

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 821 172

②1 N° d'enregistrement national : 01 02147

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 03 B 21/54, G 06 T 7/00, G 02 B 13/06, 26/10, 6/00,  
G 06 F 19/00, G 09 F 9/00 // G 01 C 17/26

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 16.02.01.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 23.08.02 Bulletin 02/34.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : IMMERSION INTERNATIONAL PTE  
LTD — SG.

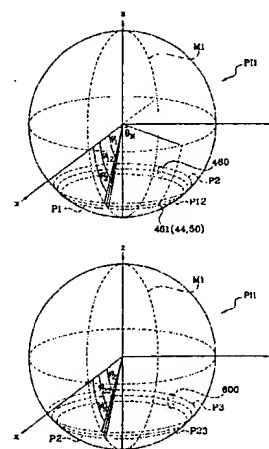
⑦2 Inventeur(s) : ARTONNE JEAN CLAUDE et MOUS-  
TIER CHRISTOPHE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : OMNIPAT.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR L'ORIENTATION D'UNE IMAGE PANORAMIQUE NUMÉRIQUE.

⑤7 L'invention concerne un procédé d'orientation d'une image panoramique numérique (P1) obtenue à partir d'au moins une image initiale grand angle dont les points image sont transférés dans un système de coordonnées à trois dimensions. Selon l'invention, le procédé comprend une étape d'insertion d'un repère d'orientation sur l'image initiale au moment de la prise de vue, et une étape de détection de l'emplacement (461) du repère d'orientation dans l'image panoramique numérique (P1), faite au moyen d'un algorithme d'analyse d'image.



FR 2 821 172 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF POUR L'ORIENTATION D'UNE IMAGE  
PANORAMIQUE NUMERIQUE

La présente invention concerne la photographie numérique et notamment la réalisation de photographies grand angle, ainsi que la transformation de photographies grand angle en images panoramiques numériques.

5 La présente invention concerne également la présentation d'images panoramiques numériques sur un écran, et la visite virtuelle de lieux au moyen d'images panoramiques.

Ces dernières années, les progrès rapides de la micro-  
10 informatique et des techniques de fabrication des appareils photographiques numériques ont été à l'origine d'un important développement de la photographie numérique et de son accessibilité au public.

Parmi les diverses applications offertes par la  
15 photographie numérique, la présentation d'images panoramiques à 360° sur les écrans d'ordinateurs connaît un essor important car cette technique permet de réaliser des visites virtuelles de lieux à partir d'un simple écran d'ordinateur offrant un angle de vision réduit, l'observateur pouvant au  
20 moyen d'un pointeur d'écran faire glisser l'image présentée à l'écran vers la gauche, la droite, le haut ou le bas, jusqu'à atteindre les limites de l'image panoramique. Ces images panoramiques sont généralement d'un aspect sphérique ou cylindrique, de sorte que l'observateur peut au moins  
25 effectuer un tour complet dans le plan horizontal de l'image en revenant à son point de départ. Les images sphériques permettent en outre d'effectuer un tour complet dans le plan vertical. Par ailleurs, la prévision de liens de type hyper-  
30 ancre entre deux images panoramiques permet à l'observateur de passer d'une image à une autre par un simple "clic" de souris sur une zone active présente dans l'image, la zone active correspondant généralement à un objet présent sur l'image, par exemple une porte, une fenêtre,...

Divers exemples d'images panoramiques et de visites virtuelles sont présentés sur de nombreux sites Web. On pourra notamment se reporter au site "<http://www.panoguide.com>" ("the guide to panoramas and panoramic photography") qui donne un aperçu exhaustif de l'ensemble des produits à la disposition du public, depuis le matériel photographique jusqu'aux logiciels permettant de former des images panoramiques à 360° par assemblage de photographies grand angle, de corriger la teinte des images, de réaliser des zones actives permettant de chaîner des images panoramiques, ... De tels logiciels, qui mettent en oeuvre des algorithmes mathématiques de traitement d'images numériques, sont proposés au public sous forme de programmes téléchargeables sur Internet ou de CD-ROM disponibles dans le commerce.

A ce jour, ces techniques d'obtention d'images panoramiques numériques et de visite virtuelle, malgré leur accessibilité croissante au public et l'engouement qu'elles suscitent, présentent divers inconvénients qui seront exposés dans ce qui suit.

#### **Inconvénients relatifs au matériel de photographie**

Il est rappelé ici que l'obtention d'une image panoramique numérique à 360° nécessite généralement la réalisation d'au moins deux photographies à 180° (ou de N photographies faites avec un angle de  $360^\circ/N$ ) au moyen d'un objectif panoramique et d'une tête panoramique, les objectifs à 360° étant coûteux et présentant un angle de prise de vue réduit dans le plan vertical. Une telle tête panoramique comprend une partie montée rotative qui reçoit l'appareil photographique et qui comprend des moyens de réglage de la position de l'appareil, grâce auxquels on peut obtenir, après divers réglages, l'alignement du plan nodal de l'objectif et de l'axe de rotation de la tête panoramique, ce qui est indispensable pour éviter les erreurs de parallaxe. Or, un tel alignement n'est pas aisé à obtenir et nécessite divers réglages et essais. De plus, les têtes panoramiques sont des instruments de précision d'un prix non négligeable.

D'autre part, les appareils photographiques numériques de type SLR ("single Lens Reflex") peuvent recevoir tout type d'objectif mais sont coûteux et peu accessibles au grand public, qui se tourne généralement vers les appareils photographiques numériques de type compact, c'est à-dire à objectif fixe. Pour pallier l'inconvénient que constitue l'inamovibilité de l'objectif des appareils compacts, certains fabricants proposent des objectifs appelés "adaptateurs" ("conversion lens") parmi lesquels on trouve des adaptateurs panoramiques ("fisheye conversion lens" ou "fisheye converters") et des adaptateurs du type téléobjectif ("tele converter lens"). Ces adaptateurs peuvent être vissés directement sur l'objectif fixe de l'appareil compact, la lentille arrière de l'adaptateur se trouvant alors en regard de la lentille avant de l'objectif fixe, et permettent au détenteur d'un appareil compact de réaliser des photographies grand angle. Malheureusement, de tels adaptateurs ne sont pas universels et de nombreux appareils photographiques compacts ne peuvent les recevoir, n'étant pas pourvus du filetage nécessaire.

Ainsi, un objectif de la présente invention est de prévoir un procédé et un dispositif support d'appareil photographique permettant de réaliser une photographie grand angle au moyen d'un appareil photographique numérique de type compact, y compris un appareil photographique compact ne comprenant pas de moyen de fixation d'un adaptateur panoramique.

Un autre objectif de la présente invention est de prévoir un procédé et un dispositif facilitant la réalisation de photographies grand angle sans erreur de parallaxe, sans nécessiter les habituels et délicats réglages de la position de l'appareil visant à obtenir un bon alignement entre l'axe de rotation de l'appareil et le plan nodal de la lentille frontale de l'objectif panoramique.

Un autre objectif de la présente invention est de prévoir un dispositif support d'appareil qui soit d'une structure simple et d'un prix de revient réduit.

### Inconvénients relatifs aux disparités de teinte entre les images panoramiques

Un autre inconvénient des techniques susmentionnées concerne la correction des teintes des images panoramiques  
5 obtenues par assemblage de photographies grand angle.

Rappelons ici qu'après avoir réalisé au moins deux photographies numériques grand angle, les fichiers photographiques délivrés par le capteur d'image de l'appareil photographique doivent être transférés dans un micro-  
10 ordinateur équipé d'un logiciel exécutant des algorithmes de conversion d'image. De tels algorithmes transfèrent les points image de chaque photographie dans un système de coordonnées à trois dimensions, du type sphérique, cubique, cylindrique, polyédrique, etc.. Après le transfert, on  
15 dispose de deux images semi-panoramiques, par exemple deux images en demi-sphères, qui sont assemblées pour obtenir une image panoramique totale, c'est-à-dire à 360°.

Bien que les appareils photographiques numériques effectuent une balance des blancs et une correction de la  
20 luminosité (correction de gamma), les conditions de prise de vue diffèrent selon que l'on se trouve face au soleil ou dos au soleil et, pour les photographies effectuées en intérieur, en fonction des sources de lumière présentes (néons, fenêtres, etc.). En conséquence, chacune des images semi-  
25 panoramique présente une teinte dominante qui lui est propre, ce qui apparaît nettement dans l'image panoramique finale, par exemple sous la forme d'une brusque variation de teinte entre la première et la deuxième demi-sphère dans le cas d'une image panoramique sphérique.

30 Une solution classique à ce problème consiste à effectuer un recalage des couleurs d'une demi-sphère en se référant à l'autre demi-sphère. Un tel recalage comprend une étape de détermination du gamma des couleurs primaires de la première demi-sphère dans les zones de recouvrement ou de  
35 jointure avec la seconde demi-sphère, faite en se référant à l'intensité des couleurs primaires des points de la seconde demi-sphère. L'étape suivante consiste à appliquer une correction de gamma à tous les points de la première demi-

sphère. On obtient alors une teinte dominante constante sur l'ensemble de l'image panoramique.

Malheureusement, une telle correction de teinte ne présente qu'une valeur relative et le problème de disparité  
5 des teintes réapparaît lorsque l'on compare deux images panoramiques, chaque image présentant une teinte générale qui, bien qu'étant homogène grâce au procédé susmentionné, est différente de celle de l'image suivante. Ce problème apparaît nettement lorsque plusieurs images panoramiques sont  
10 chaînées dans le cadre d'une visite virtuelle d'un lieu, et se traduit par de fortes variations de teinte lorsque l'observateur passe d'une image panoramique à l'autre.

Ainsi, encore un autre objectif de la présente invention est de prévoir un moyen et un procédé de correction  
15 de teinte permettant d'homogénéiser la teinte de plusieurs images panoramiques numériques.

#### Inconvénients relatifs à l'orientation des images panoramiques lors d'une visite virtuelle

Un autre problème des techniques susmentionnées, apparaissant dans le cadre d'une visite virtuelle, est que  
20 l'observateur est sujet à un phénomène de désorientation lors d'une transition d'une image panoramique à l'autre, car il se trouve dépourvu d'un référentiel commun entre les différents panoramiques. Ce phénomène est particulièrement sensible dans  
25 le cadre d'une visite virtuelle d'un lieu comprenant plusieurs pièces contiguës représentées chacune par une ou plusieurs images panoramiques. Considérons par exemple trois pièces contiguës comprenant chacune une porte d'accès à chacune des deux autres pièces, et trois images panoramiques  
30 représentant respectivement chacune des pièces et comprenant chacune deux zones actives définies dans les régions correspondant aux portes. Le problème qui se pose est de définir la portion d'image panoramique à afficher sur l'écran lorsque l'observateur pénètre dans une image panoramique.

35 Une solution connue consiste à définir un angle d'orientation par défaut qui est constant quel que soit le point d'entrée dans l'image panoramique. Si l'on reprend l'exemple cité ci-dessus, cela signifie que la portion de

pièce présentée à l'écran est constante quelle que soit la porte par laquelle on y est entré. Il est donc évident que cette solution présente l'inconvénient de désorienter l'observateur.

5 Une autre solution connue consiste à définir plusieurs angles d'orientation par défaut, choisis de façon dynamique en fonction du point d'entrée dans l'image panoramique, c'est-à-dire en fonction de la zone active sélectionnée dans l'image panoramique précédente. Cette solution présente  
10 l'inconvénient d'être complexe à mettre en œuvre. Elle nécessite l'établissement d'une cartographie des lieux et la détermination d'un angle d'orientation pour chaque lien prévu entre deux images.

Ainsi, encore un autre objectif de la présente  
15 invention est de prévoir un moyen et un procédé pour orienter une image panoramique numérique.

Encore un autre objectif de la présente invention est de prévoir un procédé d'affichage d'une image panoramique numérique dans lequel l'orientation de l'image est déterminée  
20 de façon dynamique sans qu'il soit nécessaire de chaîner les diverses images panoramiques.

Au moins un objectif de la présente invention est atteint par la prévision d'un dispositif support pour  
25 appareil photographique, comprenant des moyens de fixation d'un appareil photographique et des moyens de rotation autour d'un axe, caractérisé en ce qu'il comprend un moyen d'orientation agencé de manière à apparaître dans une prise de vue lorsqu'un appareil photographique équipé d'un objectif panoramique est fixé sur le dispositif support.

30 Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend une boussole présentant un cadran de forme ronde agencé de façon concentrique à l'axe de rotation du dispositif support.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend une boussole comportant un cadran présentant une couleur  
35 artificielle destinée à être distinguée des couleurs naturelles d'une prise de vue au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement de la boussole.

Selon un mode de réalisation, la boussole comprend un repère d'orientation présentant une couleur déterminée offrant un contraste élevé relativement à la couleur du cadran, afin d'être distingué du cadran au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement du repère d'orientation.

Selon un mode de réalisation, le repère d'orientation est une aiguille comprenant sur une première moitié nord ou sud une couleur présentant un contraste élevé relativement à la couleur du cadran et sur une seconde moitié sud ou nord une couleur sensiblement identique à la couleur du cadran.

Selon un mode de réalisation, la boussole présente une partie centrale de couleur sombre, de telle sorte que le cadran de la boussole forme un anneau coloré dont la forme facilite la détection du cadran au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement du cadran.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un moyen de repérage d'une orientation arbitraire dont la position peut être réglée manuellement, et des moyens de fixation du moyen de repérage agencés de manière que le moyen de repérage puisse être agencé dans une position visible où il apparaît dans une prise de vue lorsqu'un objectif panoramique est associé à l'appareil photographique.

Selon un mode de réalisation, le moyen de repérage est une languette qui s'étend au-dessus d'un cadran de boussole et présente une couleur offrant un contraste élevé relativement à la couleur du cadran afin de faciliter la détection de la languette au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement du moyen de repérage.

Selon un mode de réalisation, le moyen de repérage est monté rotatif autour d'un axe coaxial à l'axe de rotation du dispositif support.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend une pièce d'étalonnage de couleurs comprenant au moins trois couleurs primaires, et des moyens de fixation de la pièce d'étalonnage de couleurs agencés de manière que la pièce



d'étalonnage de couleurs apparaisse dans une prise de vue lorsqu'un appareil photographique équipé d'un objectif panoramique est agencé sur le dispositif support.

Selon un mode de réalisation, la pièce d'étalonnage de  
5 couleurs est circulaire et concentrique à l'axe de rotation du dispositif.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend des moyens de fixation d'un appareil photographique équipé ou pouvant être équipé d'un premier objectif, et des moyens de  
10 fixation d'un objectif adaptateur, notamment un objectif adaptateur panoramique, agencés pour maintenir l'objectif adaptateur dans l'alignement du premier objectif sans qu'il soit nécessaire de fixer l'objectif adaptateur à l'appareil photographique.

Selon un mode de réalisation, les moyens de fixation de  
15 l'objectif adaptateur comprennent une pièce mobile et des moyens de fixation de l'objectif adaptateur à la pièce mobile, la pièce mobile étant montée coulissante et poussée par un moyen élastique dans une direction correspondant à  
20 l'emplacement de la lentille frontale du premier objectif.

Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend un guide optique pour amener une lumière frontale jusqu'à une cellule photosensible de l'appareil photographique.

Selon un mode de réalisation, les moyens de fixation de  
25 l'objectif adaptateur sont agencés pour maintenir l'objectif adaptateur dans une position telle que l'axe de rotation du dispositif support se trouve sensiblement dans le plan nodal de la lentille frontale de l'objectif adaptateur.

La présente invention concerne également un procédé  
30 d'orientation d'une image panoramique numérique obtenue en transférant dans un système de coordonnées à trois dimensions les points image d'au moins une image initiale, comprenant une étape d'insertion d'un repère d'orientation sur l'image initiale au moment de la prise de vue, et une étape de  
35 détection de l'emplacement du repère d'orientation dans l'image panoramique numérique, faite au moyen d'un algorithme d'analyse d'image.

Selon un mode de réalisation, l'inscription d'un repère d'orientation sur l'image initiale comprend le fait d'agencer une boussole dans le champ de prise de vue d'un objectif panoramique, de manière que la boussole apparaisse sur  
5 l'image initiale.

Selon un mode de réalisation, l'étape de détection de l'emplacement du repère d'orientation dans l'image panoramique numérique comprend une étape de recherche de l'emplacement du cadran de la boussole.

10 Selon un mode de réalisation, l'étape de détection du repère d'orientation dans l'image panoramique numérique comprend une étape de recherche de l'emplacement d'une aiguille dans une zone de cadran.

Selon un mode de réalisation, les points image de  
15 l'image initiale sont transférés dans un système de coordonnées sphériques pour former une image panoramique sphérique, le cadran de la boussole occupe un secteur de sphère dans l'image panoramique sphérique, et l'étape de recherche de l'emplacement du cadran dans l'image panoramique  
20 sphérique comprend un balayage angulaire de la sphère en suivant une ligne oblique ou perpendiculaire au secteur de sphère.

Selon un mode de réalisation, l'inscription d'un repère d'orientation sur l'image initiale comprend le fait de  
25 disposer une languette colorée dans le champ de prise de vue d'un objectif panoramique, de manière que la languette apparaisse sur l'image initiale.

Selon un mode de réalisation, la languette est agencée au-dessus d'une zone de couleur artificielle destinée à être  
30 distingué des couleurs naturelles d'une prise de vue, l'étape de recherche du repère d'orientation dans l'image comprenant une étape de recherche de l'emplacement de la zone de couleur artificielle et une étape de détection d'une couleur de languette dans la zone de couleur artificielle.

35 Selon un mode de réalisation, la zone de couleur artificielle sur laquelle est agencée la languette est le cadran d'une boussole, et l'étape de recherche du repère d'orientation dans l'image comprend une étape de recherche de

la languette dans la zone colorée du cadran et, si la languette n'est pas trouvée, une étape de recherche d'une aiguille de la boussole.

Selon un mode de réalisation, l'image initiale est une  
5 photographie.

Selon un mode de réalisation, l'image initiale est délivrée par une caméra vidéo.

La présente invention concerne également un procédé d'affichage interactif sur un écran d'une image panoramique  
10 numérique obtenue en transférant dans un système de coordonnées à trois dimensions les points image d'au moins une image initiale, comprenant les opérations consistant à afficher sur l'écran un secteur d'image initial et à faire glisser le secteur d'image affiché en fonction d'un signal  
15 d'interactivité, procédé comprenant une étape préliminaire d'orientation de l'image panoramique réalisée conformément au procédé d'orientation décrit ci-dessus, le secteur d'image initial affiché sur l'écran étant déterminé en référence au repère d'orientation détecté.

20 Selon un mode de réalisation, le secteur d'image initial affiché sur l'écran est un secteur de l'image panoramique comprenant un ensemble de points dont les coordonnées dans le système de coordonnées à trois dimensions présentent un angle compris entre une limite inférieure et  
25 une limite supérieure relativement à un angle de référence fonction du repère d'orientation détecté.

Selon un mode de réalisation, le secteur d'image initial affiché sur l'écran est déterminé de manière qu'au moins un point image du secteur d'image initial présente  
30 relativement au repère d'orientation un angle égal à un angle de référence déterminé en fonction du repère d'orientation détecté.

Selon un mode de réalisation, le point image présentant relativement au repère d'orientation un angle égal à un angle  
35 de référence est affiché au centre de l'écran.

Selon un mode de réalisation, l'angle de référence est déterminé au cours d'une étape d'affichage d'une image panoramique précédente, lorsqu'un utilisateur active dans

l'image panoramique précédente une zone de sélection d'une image panoramique suivante, en calculant l'angle que présente la zone de sélection relativement au repère d'orientation.

Selon un mode de réalisation, l'angle de référence est  
5 choisi égal à l'angle que présente la zone de sélection relativement au repère d'orientation.

Selon un mode de réalisation, l'image initiale est une photographie.

Selon un mode de réalisation, l'image initiale est  
10 délivrée par une caméra vidéo.

Ces objets, caractéristiques et avantages ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés plus en détail dans la description suivante d'un dispositif support d'appareil photographique selon l'invention, d'un procédé  
15 selon l'invention d'orientation d'une image panoramique numérique, d'un procédé selon l'invention de correction de la teinte d'une image panoramique numérique, et d'un procédé selon l'invention d'affichage sur un écran d'une image panoramique numérique, faite à titre non limitatif en  
20 relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un mode de réalisation d'un dispositif support d'appareil photographique selon l'invention,
- la figure 2 est une vue de dessus du dispositif support de  
25 la figure 1,
- la figure 3 est une vue de face du dispositif support de la figure 1,
- la figure 4 est une vue en perspective du dispositif support de la figure 1,
- 30 - la figure 5 est une vue éclatée d'un élément du dispositif support de la figure 1,
- la figure 6 est une vue rapprochée du dispositif support montrant une boussole et une pièce d'étalonnage de couleurs,
- la figure 7 est une vue en coupe de la boussole et de la  
35 pièce d'étalonnage de couleurs,
- la figure 8 est un exemple de photographie grand angle réalisée au moyen d'un appareil photographique agencé sur un dispositif support selon l'invention,

- la figure 9 est un organigramme décrivant des étapes d'obtention d'une image panoramique numérique, d'orientation de l'image panoramique et de correction de la teinte de l'image panoramique numérique,
- 5 - les figures 10A et 10B représentent schématiquement une image panoramique numérique de type sphérique et illustrent respectivement une étape du procédé d'orientation d'image selon l'invention et une étape du procédé de correction de teinte selon l'invention,
- 10 - les figures 11A et 11B représentent schématiquement un lieu clos et illustrent un procédé selon l'invention d'affichage d'images panoramiques,
- la figure 12 est un organigramme décrivant un mode de réalisation du procédé d'affichage selon l'invention, et
- 15 - la figure 13 représente un système de vidéosurveillance et illustre une application de la présente invention.

#### **I - Description d'un dispositif support d'appareil photographique selon l'invention**

##### **a - Aspects principaux du dispositif support**

- 20 Les figures 1 à 4 représentent respectivement par une vue en coupe, une vue de dessus, une vue de face et une vue en perspective un exemple de réalisation d'un dispositif 20 selon l'invention, destiné à servir de support à un appareil photographique compact et représenté ici avec un tel
- 25 appareil.

Le dispositif support 20 comprend un corps 21 monté rotatif sur une base 1 fixée sur un trépied 2. Le corps 21 est réalisé ici par soudure ou collage de deux coquilles en matière plastique moulée, la ligne 22 d'assemblage des deux

30 pièces apparaissant en figure 4. En référence à la figure 1, la partie arrière du corps 21 présente un logement 23 recevant ici un appareil photographique numérique 10 de type compact, comprenant un objectif 11 non amovible ou objectif "fixe". A l'avant du logement 23 se trouve une cavité

35 cylindrique 24 recevant l'objectif 11 et débouchant sur une autre cavité cylindrique 25 de plus grand diamètre, qui débouche à l'avant du corps 21. L'appareil photographique 10 est verrouillé dans le logement 23 au moyen d'une goupille 12

vissée dans un orifice de fixation prévu sur la face inférieure de l'appareil 10, un tel orifice étant en soi classique. La rotation du dispositif 20 sur la base 1 est assurée par une pièce tubulaire 3A solidaire de la base 1 et orientée vers le haut, recevant une partie cylindrique 3B formée dans la partie inférieure du corps 21. La partie inférieure du corps 21, qui s'étend autour de la pièce tubulaire 3A, présente une face inférieure sensiblement parallèle à la base 1 pourvue d'une bille 26 montée captive dans une cavité, la bille 26 étant poussée par un ressort contre la base 1. La bille 26 coopère avec une cavité 4 pratiquée sur la base 1, l'ensemble formant un système de blocage du corps 21 dans une position angulaire déterminée autour de l'axe 3B. Au moins deux cavités 4 sont pratiquées sur la base 1 de part et d'autre de l'axe de rotation 3B pour permettre de bloquer le corps 21 dans deux positions angulaires décalées de  $180^\circ$ , en vue de la réalisation de deux photographies panoramiques complémentaires permettant d'obtenir, après numérisation et assemblage des photographies, une image panoramique numérique à  $360^\circ$ .

Par ailleurs, la cavité cylindrique 25 pratiquée dans la partie avant du corps 21 reçoit une pièce 27 permettant la fixation d'un objectif 15 du type adaptateur panoramique ("panoramic converter lens"). Un tel adaptateur panoramique 15 est prévu pour coopérer avec l'objectif fixe 11 de l'appareil photographique pour former un groupe optique offrant un angle de prise de vue de l'ordre de  $360^\circ$ , de préférence sensiblement supérieur à  $360^\circ$  et de l'ordre de  $363^\circ$ . Comme cela apparaît sur les diverses figures, la pièce de fixation 27 maintient l'adaptateur panoramique 15 en regard de l'objectif fixe 11 et dans l'alignement de celui-ci sans qu'il soit nécessaire de le fixer à l'appareil photographique.

La pièce de fixation 27 est montée coulissante dans la cavité 25 et est poussée par des ressorts 27A, 27B en direction de l'objectif fixe 11. Comme cela apparaît sur la vue éclatée de la figure 5, la pièce 27 est ici un cylindre creux formant un fourreau dans lequel l'adaptateur

panoramique 15, de forme correspondante, est agencé. Le fond de la pièce 27, se trouvant en regard de la lentille frontale de l'objectif fixe 11, présente une paroi dans laquelle a été pratiqué un orifice 28 assurant le passage de la lumière  
5 entre l'adaptateur panoramique 15 et l'objectif fixe 11. L'orifice 28 est entouré par une pièce annulaire 29 de faible diamètre, par exemple en feutre ou en caoutchouc, fixée sur la face arrière de la paroi. La pièce annulaire 29 vient au contact de la partie périphérique de l'objectif fixe 10, qui  
10 est en matière plastique, et joue le rôle d'amortisseur et d'entretoise. Ainsi, lorsque l'adaptateur panoramique 15 est engagé au fond de la pièce 27 et que la pièce 27 est plaquée contre l'objectif 11 par les ressorts 27A, 27B, la lentille arrière de l'adaptateur panoramique 15 ne vient pas au  
15 contact de la lentille avant de l'objectif 11, ce qui évite de rayer les deux lentilles.

La pièce 27 et l'adaptateur panoramique 15 sont pourvus d'un système de verrouillage de type universel, ici un système à baïonnette, permettant d'agencer dans la pièce 27  
20 d'autres types d'adaptateur, par exemple un télé-adaptateur ("tele converter lens"). Ainsi, on voit en figure 5 que le fond de la pièce 27 présente trois ouvertures 30A, 30B, 30C prévues pour recevoir trois pièces 31A, 31B, 31C formant crochets solidaires de la face arrière de l'adaptateur  
25 panoramique 15, le verrouillage s'opérant de façon classique par insertion et rotation de l'adaptateur panoramique 15 dans la pièce 27. Le dispositif support comporte en outre une pièce 32 formant levier dont une extrémité coopère avec une encoche 33 pratiquée sur un bord de l'adaptateur panoramique  
30 1, par l'intermédiaire d'une fente pratiquée sur un bord de la pièce 27. Sur la figure 1, il apparaît que la pièce 32 est maintenue dans une position de blocage par un ressort 34 et peut basculer dans une position de libération de l'adaptateur panoramique 15 par action sur un bouton poussoir 35.

35 Le corps 21 du dispositif support comprend également un conduit de lumière 36 pourvu d'une fibre optique, débouchant sur la face avant du corps 21 et permettant d'amener une

lumière frontale jusqu'à une cellule photoélectrique 13 de l'appareil photographique 10.

Selon une caractéristique optionnelle mais avantageuse de la présente invention, le plan nodal de la lentille frontale 16 de l'adaptateur panoramique 15 se trouve naturellement dans l'alignement de l'axe de rotation 3B du dispositif lorsque l'adaptateur 15 est verrouillé dans la pièce 27 et que cette dernière est en butée contre l'objectif 11. On désigne ici par "plan nodal" un plan comprenant les points nodaux de la lentille, dont l'alignement avec l'axe de rotation doit être assuré pour éviter les erreurs de parallaxe, comme cela est bien connu de l'homme de l'art. En pratique, ce résultat est obtenu par un agencement de l'axe de rotation 3B à l'avant du corps 21, en tenant compte, au moment de la conception du corps 21, de la longueur de l'adaptateur panoramique 15 et de la longueur de la lentille fixe 11.

Il en résulte que le dispositif support 20 selon l'invention, associé avec l'adaptateur panoramique 15 et avec un appareil photographique numérique de type compact, peut être utilisé par des personnes non expérimentées pour réaliser des photographies panoramiques, sans réglage d'alignement ni essais visant à déceler les erreurs de parallaxe. Il en résulte également un faible prix de revient du dispositif support selon l'invention, qui ne dispose pas des coûteux mécanismes gradués que l'on trouve sur les têtes panoramiques classiques. De ce fait, l'ensemble formé par l'adaptateur panoramique et le dispositif support peut être commercialisé sous la forme d'un kit d'un prix de vente réduit, accessible à la majorité du public.

En outre, le dispositif support selon l'invention peut s'adapter à tout type d'appareil numérique compact, y compris les appareils compacts qui ne sont pas prévus pour recevoir un adaptateur panoramique. Le faible prix de revient du dispositif selon l'invention permet de prévoir un corps 21 différent pour chaque type d'appareil compact présent sur le marché, tout en conservant un adaptateur panoramique 15 commun à tous les modes de réalisation.



Le dispositif support qui vient d'être décrit est bien entendu susceptible de diverses variantes de réalisation à la portée de l'homme de l'art, pouvant porter sur la plupart des caractéristiques particulières du mode de réalisation qui  
5 vient d'être décrit, tout en restant dans le cadre de la présente invention. Notamment, une variante de réalisation permettant de réduire encore plus le prix de revient du dispositif consiste à fixer l'adaptateur panoramique 15 de façon définitive sur le corps 21, sans prévision de la pièce  
10 27. Un mode de réalisation exclusivement dédié à la photographie grand angle peut ainsi être prévu. Dans un tel mode de réalisation, l'adaptateur panoramique est monté de façon coulissante et est poussé par un système à ressort dans une position de butée arrière où il se trouve en regard et  
15 dans l'alignement de l'objectif fixe de l'appareil photographique.

D'autre part, la position de butée de l'adaptateur panoramique peut être obtenue de diverses manières, autres qu'un contact avec l'objectif fixe, notamment au moyen d'une  
20 butée fixe au fond du logement recevant l'adaptateur panoramique.

On notera ici que certains appareils photographiques numériques compacts présentent des objectifs fixes mais motorisés, le terme "fixe" désignant ici le caractère  
25 inamovible de l'objectif. Comme de tels objectifs motorisés sont susceptibles d'avancer lors d'un réglage de distance focale, la prévision d'un moyen élastique assurant un contact souple entre l'adaptateur panoramique et l'objectif fixe permet d'éviter toute détérioration de l'objectif fixe ou de  
30 l'adaptateur en cas de déplacement inopiné vers l'avant de l'objectif fixe. Sur les autres appareils photographiques compacts, la motorisation assurant le réglage de la distance focale est appliquée au système de lentille qui se déplace à l'intérieur de l'objectif fixe, dont la longueur externe  
35 reste ainsi constante.

Le dispositif support 20 représenté sur les figures 1 à 4 présente d'autres caractéristiques qui seront décrites dans ce qui suit. Ces caractéristiques additionnelles sont en soi

indépendantes des précédentes et sont ainsi susceptibles d'être appliquées à d'autres supports d'appareil photographique, notamment les têtes panoramiques classiques. Ces caractéristiques additionnelles sont prévues en relation  
5 avec des aspects de la présente invention se rapportant au traitement d'une image numérique, notamment un procédé d'orientation d'images panoramiques numériques et un procédé de correction de teinte qui seront décrit plus loin.

**b - Aspects du dispositif support concernant**  
10 **l'obtention d'images panoramiques orientées**

Si l'on se réfère à nouveau à la figure 1, on voit que le corps 21 présente, sous la lentille frontale 16 de l'adaptateur panoramique, une région sensiblement en retrait se trouvant à la verticale de l'axe de rotation 3B, formant  
15 une sorte d'évidement où sont agencés des éléments additionnels. Ces éléments additionnels comprennent une boussole 40 et une languette 50 fixées à l'extrémité d'une tige verticale 41 coaxiale à l'axe de rotation 3B, la tige 41 n'étant pas solidaire en rotation du corps 21. La tige 41,  
20 vissée ici dans la base 1, traverse la base 1 ainsi que l'axe cylindrique 3B du corps 21 pour atteindre la région se trouvant sous la lentille frontale 16.

Ces éléments sont représentés plus en détail sur la figure 7. La boussole 40 comprend un boîtier 42 recouvert par  
25 un verre 43 et portant une aiguille magnétisée 44. La languette 50 est agencée horizontalement et parallèlement au verre 43, et s'étend au-dessus de la boussole. La languette 50 est portée par un bras 51 qui longe le bord du boîtier 42. La partie inférieure du bras 51 est fixée à un disque 52  
30 agencé sous le boîtier 42 et monté rotatif autour de la tige 41.

Le fond du boîtier 42 présente de préférence une couleur artificielle se distinguant des couleurs naturelles d'une prise de vue, par exemple du jaune fluorescent. Une  
35 moitié de l'aiguille 44, par exemple la moitié nord, présente une couleur offrant un contraste élevé par rapport à la couleur du cadran, par exemple du rouge, tandis que l'autre moitié de l'aiguille présente de préférence la même couleur

que le cadran. La languette 50 présente elle-même une couleur offrant un contraste élevé par rapport à la couleur du cadran, tout en étant différente de celle de l'aiguille, par exemple du bleu, l'aiguille 44 et la languette 50 constituant  
5 chacune un repère d'orientation destiné à être photographié lors d'une prise de vue. Enfin, la partie centrale du cadran présente une couleur sombre, de préférence noire, obtenue ici par collage d'un disque de papier noir 45 sur le verre 43. Ainsi, comme on le voit en figure 2, le cadran 46 de la  
10 boussole vu de dessus a l'aspect d'un anneau coloré, ici un anneau jaune, coupé dans le sens radial par un trait rouge (moitié nord de l'aiguille 44) et par un trait vert (languette 50).

La figure 8 représente schématiquement une photographie  
15 panoramique 65 réalisée au moyen du dispositif support selon l'invention. La partie utile de cette photographie est classiquement de forme circulaire et la photographie présente des bords sombres qui seront supprimés ultérieurement lorsque l'image sera numérisée. Le cadran 46 de la boussole étant  
20 coaxial à l'axe de rotation 3B et dans l'alignement du plan nodal de la lentille frontale 16 de l'adaptateur panoramique, une moitié de cadran apparaît dans chaque photographie panoramique réalisée, quelle que soit la position angulaire du corps relativement à la base. On aperçoit ainsi sur le  
25 bord inférieur de la photographie un anneau de couleur jaune (cadran 46). L'anneau de couleur jaune est ici coupé dans le sens radial par un trait rouge (moitié nord de l'aiguille 44) et par un trait vert (languette 50), ce qui signifie que la photographie a été prise sensiblement en direction du nord  
30 et/ou que l'utilisateur n'a pas cherché à dissimuler la languette.

En référence à la figure 6, le "mode d'emploi" recommandé du dispositif selon l'invention est le suivant : l'utilisateur choisit le point de vue à partir duquel il veut  
35 réaliser deux photographies complémentaires, prend une première photographie, fait pivoter l'appareil photographique de 180° et prend une seconde photographie. Si le champ magnétique terrestre est présent et que l'aiguille de la

boussole s'oriente naturellement au Nord, l'utilisateur doit de préférence faire tourner la languette 50 autour de son axe de manière que celle-ci n'apparaisse pas sur la photographie. Si, au contraire, l'utilisateur se trouve en un lieu où le  
5 champ magnétique terrestre est atténué et n'oriente pas correctement l'aiguille de la boussole, l'utilisateur choisit une direction arbitraire et maintient la languette 50 dans cette direction à chaque prise de vue et à chaque nouveau groupe de deux photographies, s'il souhaite ensuite réaliser  
10 une visite virtuelle du lieu sans perte d'orientation grâce à un procédé décrit plus loin.

**c - Aspects du dispositif support concernant le contrôle de la teinte d'une image panoramique**

Si l'on se réfère à la figure 6, on voit que la région  
15 du dispositif support se trouvant sous la lentille frontale 16 comprend également une pièce d'étalonnage de couleurs 60. La pièce d'étalonnage 60 est avantageusement annulaire et coaxiale à l'axe de rotation 3B de manière à apparaître dans les prises de vue quelle que soit la position angulaire de  
20 l'appareil photographique, comme on le voit sur la photographie de la figure 8. La pièce d'étalonnage 60 est agencée ici à la périphérie du cadran 46 de la boussole et est fixée directement sur le verre 43, comme cela apparaît sur la vue en coupe de la figure 7. La pièce d'étalonnage est  
25 par exemple un anneau en plastique ou papier collé sur le verre 43.

La pièce d'étalonnage 60 comprend ici une pluralité de secteurs colorés 61A, 61B, 61C présentant chacun une couleur primaire déterminée. Ces couleurs primaires sont de  
30 préférence le vert, le rouge et le bleu. Elles sont de préférence choisies non saturées, et présentent par exemple une intensité de 50%. Les valeurs suivantes peuvent être choisies en référence à la norme PANTONE :

35 Secteurs 61A : Rouge 50% soit Magenta50 + Jaune50  
Secteurs 61B : Vert 50% soit Cyan50 + Jaune50  
Secteurs 61C : Bleu 50% soit Cyan50 + Magenta50

Les secteurs 61A, 61B, 61C forment des séquences de couleurs primaires qui se répètent sur tout le périmètre de la pièce d'étalonnage 60 et font ainsi apparaître une succession de séquences Rouge Vert Bleu.

5 Dans une variante de réalisation, la pièce d'étalonnage 60 est un anneau de couleur grise, présentant par exemple un gris moyen à 50% (Noir50) ce qui correspond à une couleur comprenant une égale proportion de Rouge 50%, Vert 50% et bleu 50%. La pièce d'étalonnage peut par ailleurs comprendre,  
10 entre les séquences de trois couleurs primaires, des zones de noir ou de blanc ou des séquences de noir et de blanc, ou encore des séquences de noir, de blanc et de gris. On peut encore prévoir la présence d'un gris 18% (Noir18) pour éventuellement corriger la luminance au cours d'une étape de  
15 correction de teinte décrite plus loin.

Enfin, la pièce d'étalonnage 60 présente de préférence une bande noire de faible épaisseur à sa périphérie, formant une sorte d'anneau noir qui entoure les séquences de couleurs primaires, dont l'utilité apparaîtra plus loin.

20 Le dispositif support selon l'invention est bien entendu susceptible de diverses variantes et modes de réalisation entrant dans le cadre de la présente invention, notamment en ce qui concerne la forme et l'agencement de la boussole, la structure de la boussole, la forme et  
25 l'agencement de la pièce d'étalonnage de couleurs, sa structure et l'agencement des couleurs sur la pièce d'étalonnage.

D'autre part, bien que le dispositif qui vient d'être décrit ait été initialement conçu pour permettre  
30 l'utilisation d'un adaptateur panoramique avec des appareils compacts dépourvus de moyen de montage d'un tel objectif panoramique, il doit être noté que le dispositif support selon l'invention est également utilisable avec des appareils photographiques SLR ("Single Lens Reflex"). Une telle  
35 utilisation du dispositif support avec des appareils SLR se justifie notamment par le fait que le dispositif support comprend des éléments additionnels comme la boussole, la languette d'orientation, la pièce d'étalonnage de couleurs,

qui sont susceptibles d'intéresser les détenteurs de tels appareils SLR, en général des professionnels de la photographie. L'utilité de ces éléments additionnels apparaîtra clairement à la lecture de la description suivante  
5 d'un procédé d'orientation selon l'invention d'une image panoramique, et d'un procédé de correction selon l'invention de la teinte d'une image panoramique numérique.

## II - Description d'un procédé d'obtention d'une image panoramique numérique orientée et à teinte constante

10 L'organigramme de la figure 9 décrit les principales étapes d'obtention d'une image panoramique numérique orientée et à teinte constante. On distingue sur cet organigramme une étape d'acquisition S1, une étape de numérisation S2, une étape S3 de formation d'une image panoramique numérique, une  
15 étape S4 d'orientation de l'image panoramique et une étape S5 de correction de la teinte de l'image panoramique. Les étapes S1, S2 et S3 sont en soi classiques et ne seront que succinctement décrites. L'étape S4 est réalisée conformément à un procédé d'orientation selon l'invention. L'étape S5 est  
20 réalisée conformément à un procédé de correction de teinte selon l'invention. Les étapes S4 et S5 sont en soi indépendantes l'une de l'autre et pourraient être interverties. Toutefois, compte-tenu de l'agencement de la pièce d'étalonnage 60 dans le dispositif support 20 décrit  
25 plus haut, il est avantageux ici de réaliser l'étape S5 après l'étape S4 pour des raisons qui apparaîtront plus loin.

L'étape S1 consiste à réaliser au moins deux photographies panoramiques complémentaires, en faisant pivoter l'appareil photographique d'un angle de 180° autour  
30 d'un axe passant par le plan nodal de la lentille panoramique. Ces étapes sont de préférence réalisées avec un appareil photographique numérique, bien qu'un appareil à pellicule puisse aussi être utilisé si l'on dispose d'un scanner permettant de numériser les photographies pour  
35 obtenir des fichiers photo. Les fichiers photo délivrés par l'appareil photographique numérique ou par le scanner contiennent des images dont les points image sont codés RVBA et sont agencés dans une table à deux dimensions, "R" étant

le pixel rouge du point image, "V" le pixel vert, "B" le pixel bleu, et "A" le paramètre Alpha ou transparence. Les paramètres R, V, B et A sont généralement codés sous 8 bits et peuvent ainsi présenter une intensité allant de 0 à 255.

5 L'étape S2 est une étape classique de transfert des deux fichiers photo dans un ordinateur, généralement un micro-ordinateur, avec stockage éventuel dans le disque dur. Le micro-ordinateur, sous la gouverne d'un programme approprié, transfère les points image des deux photographies  
10 dans un espace mathématique à trois dimensions. On considèrera ici et dans ce qui suit que cet espace mathématique est un système à coordonnées sphériques d'axes Oxyz, qui constitue la solution préférée pour la mise en œuvre de l'invention. Toutefois, il apparaîtra clairement à  
15 l'homme de l'art que la présente invention n'est pas limitée à cet exemple et peut aussi être mise en œuvre avec d'autres systèmes de coordonnées à trois dimensions, par exemple cylindrique, cartésien, etc..

Ainsi, les points image RVBA de chaque photographie  
20 sont transformés au cours de l'étape S2 en points image codés RVBA( $\phi, \theta$ ),  $\phi$  étant la latitude d'un point calculée relativement à l'axe Ox dans le plan vertical Oxz, et  $\theta$  la longitude d'un point calculée relativement à l'axe Ox dans le plan horizontal Oxy. Les angles  $\phi$  et  $\theta$  sont codés par exemple  
25 sur 4 à 8 octets (norme IEEE). Par convention, l'axe Ox est calé sur le centre de la photographie, comme cela est illustré sur la figure 8. Au terme de l'étape S3, on dispose ainsi de deux images en demi-sphères.

L'étape S3 de formation de l'image panoramique totale  
30 consiste à assembler les deux demi-sphères par addition des points image qui les constituent, et fusion éventuelle des zones de recouvrement si les photographies initiales ont été prises avec un angle de prise de vue supérieur à 180°. Avant l'assemblage, l'une des deux demi-sphères est pivotée de 180°  
35 autour de l'axe Oz en incrémentant l'angle  $\theta$  des points image d'une valeur égale à  $\pi$ , de sorte qu'une demi-sphère comprend des points image d'une longitude comprise entre  $-\pi/2$  et  $\pi/2$

tandis que l'autre demi-sphère comprend des points image d'une longitude comprise entre  $\pi/2$  et  $3\pi/2$ .

De façon classique, l'étape S3 peut également comprendre la création de zones actives dans l'image panoramique obtenue, et de liens reliant les zones actives à d'autres images panoramiques sphériques.

a - Orientation de l'image panoramique (étape S4)

On suppose ici que les deux photographies panoramiques initiales ont été réalisées au moyen du dispositif support décrit plus haut équipé de sa boussole 40, ou au moyen d'une tête panoramique classique équipée conformément à l'invention d'une boussole coaxiale à l'axe de rotation du plan nodal. Dans ces conditions, comme illustré en figure 10A, l'image sphérique PI1-obtenue comprend au voisinage de son pôle sud une zone de cadran 460 qui correspond au cadran 46 décrit plus haut. La zone de cadran 460 occupe un secteur de sphère délimité par deux parallèles P1 et P2, correspondant à la forme annulaire du cadran 46 transposée dans l'espace sphérique. Le parallèle P1 présente une latitude  $\phi_1$  et le parallèle P2 une latitude  $\phi_2$ . Dans le secteur de sphère 460, qui est par exemple de couleur jaune fluorescent comme proposé plus haut, se trouve un repère d'orientation 461 qui doit être détecté et qui présente une longitude  $\theta_n$  dans le plan horizontal Oxy. La détermination de cet angle  $\theta_n$  constitue l'objectif essentiel de l'étape S4 et du procédé d'orientation selon l'invention.

En pratique, le repère d'orientation 461 peut correspondre à la moitié nord de l'aiguille 44 de la boussole et être de couleur rouge, ou correspondre à la languette 50 et être de couleur verte. Si l'on se réfère au "mode d'emploi" proposé plus haut, la présence de la languette signifie que l'utilisateur a décidé d'utiliser la languette comme repère d'orientation et de ne pas la dissimuler. La détection de la languette doit donc être prioritaire sur la détection de l'aiguille de la boussole.

L'étape S4 peut être mise en œuvre au moyen de divers algorithmes d'analyse d'image dont la conception est en soi à la portée de l'homme de l'art. Selon un aspect de



l'invention, on propose un procédé d'une grande simplicité comprenant tout d'abord une étape de recherche de la zone de cadran 460, visant à déterminer les angles  $\phi_1$  et  $\phi_2$ , puis une étape de recherche du repère d'orientation 461 dans la zone de cadran 460.

#### a.1 - Recherche de la zone de cadran

La détection des angles  $\phi_1$  et  $\phi_2$  est assurée en balayant un quart de sphère en latitude, depuis le pôle sud ( $\phi = -\pi/2$ ) jusqu'à l'équateur ( $\phi = 0$ ). Le balayage est effectué en suivant un méridien de référence de longitude  $\theta_0$ , par exemple le méridien M1 de longitude zéro représenté en figure 10A, qui correspond au centre de la photographie. Le centre du cadran de la boussole ayant été choisi de couleur noire, la détection de l'angle  $\phi_1$  consiste à détecter une transition du noir au jaune fluorescent et la détection de  $\phi_2$  consiste à détecter une transition du jaune fluorescent à une autre couleur que le jaune fluorescent. On définit ainsi une fonction "couleur" qui consiste par exemple en une combinaison pondérée des couleurs R, V, B de chaque point image, les paramètres de pondération étant choisis en fonction de la couleur du cadran pour obtenir une sensibilité de détection maximale.

L'algorithme 1 figurant en annexe fait partie intégrante de la description et décrit la mise en œuvre de cette étape du procédé de l'invention. Les annotations entre parenthèses sont des commentaires explicatifs et ne font pas partie de l'algorithme. On notera que cet algorithme prévoit le cas où le cadran de la boussole ne serait pas trouvé, de manière qu'un logiciel exécutant l'algorithme puisse désactiver de lui-même la fonction "orientation de l'image" si l'utilisateur a réalisé des photographies sans boussole ou autre moyen d'orientation.

#### a.2 - Recherche du repère d'orientation et orientation de l'image

Les angles  $\phi_1$  et  $\phi_2$  étant trouvés, il reste à trouver le repère d'orientation 461 dans la zone de cadran comprise entre les parallèles P1 et P2 afin de déterminer l'angle  $\theta_n$ . Cette recherche est faite ici en maintenant constant l'angle

$\phi$  et en faisant le tour de la sphère dans le sens de la longitude, de  $-\pi$  à  $+\pi$ . La recherche est faite sur un parallèle intermédiaire P12 situé au centre de la zone de cadran entre les parallèles P1 et P2, d'une latitude  $\phi_{12}$  égale à  $(\phi_1 + \phi_2)/2$ . Comme indiqué plus haut, la priorité est donnée à la détection de la languette dont la présence signifie que l'utilisateur a choisi de ne pas utiliser la boussole.

L'algorithme 2 figurant en annexe fait partie intégrante de la description et décrit la mise en œuvre de cette deuxième étape du procédé d'orientation selon l'invention. Le sous-programme appelé "autre tentative" permet d'envisager le cas où la couleur de référence lue au point où commence le balayage (ici le point d'angle  $-\pi$  sur le méridien M12) serait la couleur du repère d'orientation, ce qui signifierait que la recherche a par coïncidence été entamée à l'endroit où se trouve la languette ou l'aiguille de la boussole.

Une fois l'angle  $\theta_N$  trouvé et mémorisé, l'orientation des axes Ox et Oz de l'image numérique est connue et l'on dispose ainsi d'une image orientée.

Dans une variante de réalisation, tous les points image de la sphère peuvent ensuite être recalés en orientant l'axe Ox sur le repère. Dans ce cas, l'angle  $\theta_N$  devient égal à 0 après recalage. Cette variante de réalisation qui nécessite du temps de calcul supplémentaire est optionnelle en pratique, la mémorisation de l'angle  $\theta_N$  étant suffisante pour conférer à l'image panoramique une orientation qui fait défaut dans l'art antérieur.

L'utilité d'une telle orientation d'une image panoramique numérique apparaîtra par la suite, lorsque l'on décrira un procédé d'affichage d'images panoramiques faisant intervenir l'angle  $\theta_N$ .

Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que le procédé qui vient d'être décrit est susceptible de diverses variantes et modes de réalisation, tant en ce qui concerne les étapes d'insertion d'un repère d'orientation dans l'image initiale, qu'en ce qui concerne le procédé de détection du

repère d'orientation dans l'image panoramique obtenue après numérisation de l'image initiale

Ainsi, dans une variante de réalisation, l'aiguille et le cadran de la boussole sont remplacés par un disque magnétique sensible au champ magnétique terrestre, présentant sur sa face supérieure une couleur déterminée et une ou plusieurs graduations indiquant un ou plusieurs points cardinaux.

Si plusieurs graduations sont prévues pour l'inscription dans l'image initiale de divers repères d'orientation, de telles graduations peuvent également être codées par leur forme plutôt que par leur couleur, par exemple par un nombre de traits noirs parallèles qui diffèrent selon la graduation considérée.

De façon générale, tout moyen permettant d'inscrire un repère d'orientation sur une image initiale destinée à être numérisée comme décrit ci-dessus peut, selon l'invention, être prévu.

#### b - Correction de la teinte (étape S5)

On suppose ici que les deux photographies panoramiques initiales ont été réalisées au moyen du dispositif support décrit plus haut équipé de la pièce d'étalonnage de couleurs 60, ou au moyen d'une tête panoramique classique équipée conformément à l'invention d'une pièce d'étalonnage de couleurs coaxiale à l'axe de rotation du plan nodal. Dans ces conditions, comme illustré en figure 10B, l'image sphérique P11 obtenue comprend au voisinage de son pôle sud une zone d'étalonnage de couleurs 600 qui correspond à la pièce d'étalonnage 60. La zone d'étalonnage 600 occupe un secteur de sphère délimité par le parallèle P2, de latitude  $\phi_2$ , et un parallèle P3 de latitude  $\phi_3$ . Notons que l'angle  $\phi_2$  est connu et a été déterminé au cours de l'étape S4, la pièce d'étalonnage de couleurs étant agencée ici à la périphérie du cadran de la boussole. Par ailleurs, le secteur de sphère 600 comprend des séquences de couleurs primaires R,V,B dont l'intensité originelle sur la pièce d'étalonnage 60 est connue et sera désignée Iref. Les couleurs étant codées sur 8 bits, soit une échelle d'intensité de couleurs allant de 0 à

255, l'intensité originelle  $I_{ref}$  est ici de l'ordre de 127 puisque l'on a proposé plus haut de prévoir des couleurs primaires semi-saturées (50%).

Le procédé de correction de teinte selon l'invention  
5 comprend les étapes suivantes :

- une étape de détection de la zone d'étalonnage de couleurs 600 dans l'image panoramique,
- une étape de détermination du gamma des couleurs primaires de la zone d'étalonnage de couleurs, faite en référence à  
10 l'intensité de couleur de référence  $I_{ref}$  attribuée à chaque couleur primaire, ici la valeur 127,
- une étape de correction de gamma appliquée à tout ou partie des points image de l'image panoramique numérique, réalisée au moyen du gamma des couleurs primaires de la zone  
15 d'étalonnage de couleurs.

#### b.1 - Détection de la zone d'étalonnage

Cette étape consiste ici à déterminer les angles  $\phi_2$  et  $\phi_3$  des parallèles P2 et P3, et se résume ici à une détection de l'angle  $\phi_3$  puisque l'angle  $\phi_2$  est connu. L'angle  $\phi_3$  est  
20 déterminé par un algorithme de détection de transition de couleur reposant sur le même principe que l'algorithme 1, qui ne sera pas décrit ici dans un souci de simplicité. La pièce d'étalonnage 60 étant pourvue à sa périphérie d'une mince bande noire 62 (figure 6), la détection de l'angle  $\phi_3$   
25 consiste à détecter une chute d'intensité de couleur en balayant la sphère en latitude à partir de l'angle  $\phi_2$ , par exemple en suivant le méridien M1.

#### b.2 - Calcul du gamma et correction de gamma

L'étape de calcul du gamma des couleurs primaires de la  
30 zone d'étalonnage 600 et l'étape de correction de gamma sont effectuées au moyen de formules mathématiques en soi classiques. Ce qui distingue le procédé selon l'invention de l'art antérieur, c'est que ces étapes sont réalisées au moyen d'une référence de couleur commune à toutes les  
35 photographies. La correction de teinte effectuée est ainsi constante d'une image panoramique à l'autre, de sorte que les variations de teinte constatées dans l'art antérieur sont supprimées par le procédé de l'invention.

Pour le calcul du gamma, on effectue tout d'abord un calcul de la valeur moyenne "r", "v", "b" des couleurs primaires de la zone d'étalonnage. Il faut en effet tenir compte des variations d'éclairage sur les diverses parties de la pièce d'étalonnage au moment où les photographies initiales sont prises. De plus, comme les conditions de prise de vue diffèrent selon que l'on se trouve face au soleil ou dos au soleil et, pour les photographies effectuées en intérieur, en fonction des sources de lumière présentes, un calcul de l'intensité moyenne des couleurs primaires sur l'ensemble de la zone d'étalonnage s'avèrerait peu précis. La sphère est ainsi divisée en plusieurs secteurs dans le sens de la longitude et la correction de teinte est assurée secteur par secteur, en effectuant dans chaque secteur un calcul de la valeur moyenne des couleurs primaires, un calcul du gamma des couleurs primaires et une correction de gamma.

Dans une approximation suffisante pour l'obtention d'une correction de teinte satisfaisante et homogène, la sphère est divisée en deux demi-sphères correspondant chacune à l'une des photographies panoramiques initiales.

L'algorithme 3 figurant en annexe fait partie intégrante de la description et décrit la mise en oeuvre du procédé selon l'invention avec une sectorisation de l'image limitée à deux demi-sphères. La zone d'étalonnage 600 (fig. 10B) est lue en suivant un parallèle P23 se situant à mi-chemin entre les parallèles P2 et P3 et présentant une latitude  $\phi_{23}$  égale à  $(\phi_2 + \phi_3)/2$ .

L'application de cet algorithme à diverses images panoramiques permet d'uniformiser la teinte de toutes les images, le résultat visé étant ainsi atteint.

Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que le procédé qui vient d'être décrit est susceptible de diverses variantes et modes de réalisation, tant en ce qui concerne la méthode retenue pour insérer dans l'image initiale une zone d'étalonnage de couleurs qu'en ce qui concerne les étapes de détection de la zone d'étalonnage et de correction de la teinte.

De façon générale, tout moyen permettant l'insertion d'une zone d'étalonnage de couleurs dans une image initiale destinée à être transformée en une image panoramique numérique peut, selon l'invention, être prévu.

5        Enfin, bien que l'on ait choisi plu haut, dans un souci de simplicité, une intensité de couleur de référence  $I_{ref}$  qui est identique pour chaque couleur, il va de soi et il découle des formules figurant dans l'algorithme 3 décrit en Annexe qu'une intensité déterminée  $I_{ref}(R)$ ,  $I_{ref}(V)$ ,  $I_{ref}(B)$  peut  
10 être choisie pour chaque couleur primaire R, V, B.

### III - Description d'un procédé d'affichage d'une image orientée selon l'invention

#### a - Principes généraux du procédé selon l'invention

Comme cela a été exposé au préambule, l'inconvénient  
15 des procédés de visite virtuelle classiques est que le secteur initial de l'image panoramique affiché sur l'écran est figé, le "secteur d'image initial" étant le secteur d'image présenté sur l'écran lorsque l'observateur pénètre dans l'image. Pour pallier cet inconvénient, il est  
20 nécessaire dans l'art antérieur de prévoir un chaînage complexe des images panoramiques nécessitant dans la plupart des cas une topographie précise des lieux.

Grâce au procédé d'orientation décrit plus haut, on dispose ici d'images panoramiques orientées dans lesquelles  
25 l'angle  $\theta_n$  entre le repère d'orientation et l'axe Ox est connu. Cet angle est déterminé pour chaque image panoramique traitée, de sorte que les diverses images traitées possèdent une référence d'orientation commune. Selon l'invention, cette référence d'orientation commune est utilisée lors d'une  
30 visite virtuelle pour définir de façon dynamique, au moment de l'entrée dans une image panoramique, une orientation qui n'est pas figée comme dans l'art antérieur mais qui dépend de la position "position du regard" de l'observateur au moment où il quitte l'image précédente.

35        Le procédé selon l'invention sera mieux compris en se référant aux figures 11A et 11B, qui représentent deux exemples d'entrée dans une image panoramique SE1 à partir de deux images panoramiques différentes SE2 et SE3. On considère

ici à titre d'exemple que l'image panoramique SE1 représente une pièce R1 contiguë à une pièce R2 et contiguë à une pièce R3. La pièce R2 est représentée par l'image panoramique SE2 et la pièce R3 représentée par l'image panoramique SE3. Les  
 5 pièces R1 et R2 communiquent par une porte D1 et les pièces R1 et R3 communiquent par une porte D2. Les images panoramiques SE1, SE2, SE3 sont représentées à plat dans le plan horizontal, sous forme de cercles. Dans une région correspondant (après projection sur le cercle) à la porte D1,  
 10 l'image SE2 comporte une zone active associée à un lien la rattachant à l'image SE1 (et réciproquement). Dans une région correspondant à la porte D2, l'image SE3 comporte une zone active associée à un lien la rattachant à l'image SE1 (et réciproquement).

15 Considérons maintenant en référence à la figure 11A que l'observateur se trouve "dans" l'image SE2 et clique, au moyen d'un pointeur d'écran, sur la zone active correspondant à la porte D1. L'image suivante affichée est ainsi l'image SE1. Selon l'invention, on détermine dans l'image SE2 un  
 20 angle de référence  $\theta_{ref}$  qui représente l'angle entre la "position du regard" de l'observateur et le repère d'orientation. La "position du regard" de l'observateur est l'axe passant par le centre  $O_2$  de l'image SE2 et le point image  $P_i$  de la zone active qui a été sélectionné par  
 25 l'observateur pour basculer dans l'image suivante. L'angle  $\theta_{ref}$  est donné par la relation suivante :

$$(1) \theta_{ref} = \theta_{pi} + \theta_{N2}$$

30 dans laquelle  $\theta_{N2}$  est l'angle entre l'axe Ox de l'image SE2 et le repère d'orientation, par exemple le nord N,  $\theta_{pi}$  étant la longitude du point  $P_i$  dont les coordonnées sont  $\phi_{pi}$  et  $\theta_{pi}$ .

Selon l'invention, on calcule ensuite un angle  $\theta_{pi}'$  selon la relation suivante :

35

$$(2) \theta_{pi}' = \theta_{ref} - \theta_{N1}$$

dans laquelle  $\theta_{N1}$  est l'angle entre l'axe Ox de l'image SE1 et le repère d'orientation N. L'angle trouvé  $\theta_{pi'}$  définit dans l'image SE1 un ensemble de points de même orientation.

On choisit ensuite un angle  $\phi_0$  de valeur arbitraire, par exemple l'angle zéro, qui définit avec l'angle  $\theta_{pi'}$  un point  $Pi'$  de coordonnées  $\phi_0, \theta_{pi'}$  dans l'image SE1.

Lorsque l'image SE1 est affichée à l'écran (l'écran étant référencé SCR et repéré par un trait épais sur le cercle SE1), le secteur initial présenté à l'écran est un secteur de l'image SE1 dont le point central est le point  $Pi'$ . Le point central  $Pi'$  du secteur initial SCR correspond au point central de l'écran puisque le secteur initial occupe la totalité de l'écran. Le terme "écran" désigne ici la fenêtre d'affichage du secteur d'image panoramique, cette fenêtre pouvant en pratique n'occuper qu'une partie du "vrai" écran que l'observateur a devant lui.

On voit que le point  $Pi'$  forme, avec le centre  $O_1$  de l'image SE1, un axe présentant un angle  $\theta_{ref}$  avec le repère d'orientation, de sorte que la "position du regard" offerte à l'observateur quand il entre dans l'image SE1 est identique à la "position du regard" de l'observateur lorsqu'il quitte l'image SE2.

L'angle  $\phi_0$  du point central  $Pi'$  étant ici égal à 0, le basculement d'une image à l'autre remet à l'horizontale la "position du regard". Dans une variante de réalisation, l'angle  $\phi_0$  est choisi égal à l'angle  $\phi_{pi}$  du point  $Pi$  de sortie de l'image précédente, de sorte que l'observateur pénètre dans l'image SE1 avec un angle d'observation qui correspond, relativement au plan vertical, à celui qu'il avait dans l'image SE2.

Dans une variante de réalisation, on définit un secteur angulaire centré sur l'angle  $\theta_{pi'}$  et délimité par deux valeurs  $\theta_{pi'} - \theta_{l/2}$  et  $\theta_{pi'} + \theta_{l/2}$ , l'angle " $\theta_l$ " correspondant à l'angle de vision offert par l'écran dans le plan horizontal. On affiche ensuite à l'écran l'ensemble des points ayant un angle  $\theta$  appartenant à ce secteur angulaire, en définissant comme précédemment un angle  $\phi_0$  de pénétration dans le plan vertical et un secteur correspondant compris entre  $\phi_0 - \phi_{l/2}$  et



$\phi_0 + \phi_1/2$ , " $\phi_1$ " étant l'angle de vision offert par l'écran dans le plan vertical.

La figure 11B illustre une entrée dans l'image SE1 à partir de l'image SE3 et montre que le procédé de l'invention a pour effet de modifier de façon automatique le secteur initial affiché sur l'écran. Ici, la "position du regard" dans le plan horizontal est l'axe  $[O_3, P_i)$  déterminé par le centre  $O_3$  de l'image SE3 et un point  $P_i$  sélectionné par le pointeur d'écran sur la zone active (appartenant ici à la porte D2). L'angle  $\theta_{ref}$  est de ce fait différent de sa valeur précédente et le secteur d'image SCR présenté à l'écran est orienté à l'Ouest alors qu'il était orienté sensiblement au Nord dans l'exemple de la figure 11A.

Le procédé selon l'invention est bien entendu susceptible de diverses variantes de réalisation. Dans ce qui précède, on a choisi par convention d'entrer dans une image en conservant la "position du regard" de l'observateur. Diverses autres méthodes de détermination dynamique du secteur initial peuvent être prévues tout en restant dans le cadre de la présente invention, c'est-à-dire en utilisant le repère d'orientation comme moyen de référence pour la détermination du secteur initial.

#### **b - Mise en œuvre du procédé**

La figure 12 est un organigramme décrivant les principales étapes d'un procédé de visite virtuelle selon l'invention. A l'instar des procédés d'orientation de correction de teinte décrits ci-dessus, ce procédé est exécuté par un ordinateur ou un micro-ordinateur auquel on fournit un programme comprenant des algorithmes de traitement d'image, ce programme étant par exemple enregistré sur un CD-ROM ou téléchargeable sur le réseau Internet.

La visite virtuelle commence au cours d'une étape 100 par la sélection d'une première image panoramique  $IP_N$  de rang  $N=i$ , qui est chargée dans une mémoire tampon du micro-ordinateur au cours d'une étape 110. Cette première image peut être imposée à l'observateur ou être choisie par ce dernier. Au cours d'une étape 120, le micro-ordinateur teste un drapeau " $POS_i$ " qui lui indique si un angle  $\theta_{ref}$  de

"position du regard" a été défini pour cette image. Si le drapeau  $POS_i$  est égal à 1, le micro-ordinateur procède à un affichage orienté de l'image au cours d'une étape 130A. Si le drapeau  $POS$  est égal à 0, le micro-ordinateur procède à un affichage non orienté de l'image au cours d'une étape 130B.

L'affichage orienté de l'image à l'étape 130A consiste tout d'abord à calculer l'angle  $\theta_{pi}$  du point central du secteur initial en fonction de l'angle de référence  $\theta_{ref}$  et de l'angle  $\theta_N$ , conformément à la relation (1) décrite plus haut. Ensuite, le micro-ordinateur sélectionne le secteur d'image dont le point central présente les coordonnées  $(\varphi_0, \theta_{pi})$  et l'affiche à l'écran.

L'affichage non orienté de l'étape 130B est effectué conformément à l'art antérieur, le point central du secteur initial étant un point de coordonnées  $\varphi_0, \theta_0$  dont l'angle  $\theta_0$  est arbitraire.

Après l'étape 130A ou 130B de détermination du point d'entrée dans l'image panoramique, le micro-ordinateur reste à l'intérieur d'une boucle de gestion d'interactivité en soi classique, comprenant des étapes 140, 150 et 160, qui permet à l'observateur de déplacer l'image vers le haut, vers le bas, à gauche ou à droite au moyen d'un curseur d'écran ou de son clavier, les actions de l'observateur générant un signal d'interactivité qui détermine le déplacement de l'image dans la fenêtre d'observation.

Ainsi, au cours de l'étape 140, le micro-ordinateur détermine si le signal d'interactivité est présent. Si le signal d'interactivité est présent, le micro-ordinateur bascule dans l'étape 150 où il fait glisser l'image dans l'écran en fonction du signe et/ou de la valeur du signal d'interactivité, puis passe à l'étape 160 où il détermine si une zone active a été sélectionnée ou non. Si le signal d'interactivité n'est pas présent, le micro-ordinateur passe directement à l'étape de test 160. Après l'étape de test 160, et si aucune zone active n'est sélectionnée, le micro-ordinateur revient à l'étape 140.

La boucle 140-160 ou 140-150-160 est rompue lorsqu'une zone active est sélectionnée. Le micro-ordinateur bascule

alors dans une étape 170 où il calcule l'angle de référence  $\theta_{ref}$  conformément à la relation (1) décrite plus haut, l'angle  $\theta_{ref}$  correspondant à la "position du regard" de l'observateur, puis mémorise l'angle  $\theta_{ref}$ .

- 5        Au cours d'une étape 180, le micro-ordinateur détermine l'image de rang  $j$  qui est désigné par le lien hyper-ancree associé à la zone active sélectionnée, met à 1 le drapeau  $POS_j$  de l'image de rang  $j$  et revient à l'étape 100 pour le chargement de l'image  $IP_{Naj}$ . Le drapeau  $POS$  ayant été mis à 1  
10       avant le chargement de l'image, l'affichage du secteur initial de la nouvelle image se fait de façon orientée au cours de l'étape 130A.

**c - Application de l'invention à la vidéosurveillance**

- Le procédé d'affichage qui vient d'être décrit, ainsi  
15       que le procédé d'orientation d'image sur lequel il est basé, sont susceptible d'applications dans d'autres domaines que celui de la photographie numérique.

- A titre d'exemple, la figure 13 représente un système de vidéosurveillance comprenant des caméras vidéo  $VC1, VC2, VC3, \dots, VCn$  équipées de capteurs d'image numériques de type  
20       CCD. Les caméras sont reliées à un ordinateur central 70 agencé dans un centre de surveillance et pourvu au moins d'un écran.

- Notons ici que l'inconvénient des systèmes de  
25       vidéosurveillance classiques est que les diverses caméras doivent être montées sur des axes motorisés pilotés à distance, afin d'élargir le champ de surveillance et de pouvoir scruter les divers recoins d'un lieu à surveiller.

- Ici, les caméras vidéo  $V1, VC2, VC3, \dots, VCn$  sont équipées  
30       d'objectifs panoramiques  $PL1, PL2, PL3, \dots, PLn$  offrant un angle de vision de préférence égal ou supérieur à  $180^\circ$ . Les diverses images  $I1, I2, I3, \dots, In$  délivrées par les cameras sont traitées en temps réel par l'ordinateur central en appliquant l'étape classique de numérisation  $S2$  (figure 9)  
35       par transfert dans un système de coordonnées à trois dimensions. Les images sont présentées à l'écran soit simultanément, soit par sélection d'une caméra parmi les  $n-1$  caméras disponibles.

L'avantage de ce procédé de vidéosurveillance est qu'il permet de procéder à une scrutation des lieux en faisant simplement glisser le secteur d'image présenté à l'écran. Cette méthode est équivalente à celle qui consiste à faire  
5 pivoter une caméra autour d'un axe mais présente l'avantage d'une importante économie de moyens puisque les axes motorisés des caméras et les moyens de commande à distance des axes motorisés ne sont plus nécessaires. De plus, les opérations de maintenance du parc de caméras en sont  
10 considérablement simplifiées.

Selon l'invention, chaque caméra est en outre équipée d'un moyen d'orientation 40.1, 40.2, 40.3...40.n, par exemple une boussole du type décrit plus haut, qui est agencé dans le champ de prise de vue des objectifs grand angle PL1 à PLn.  
15 Chaque image reçue par l'ordinateur central 70 est orientée en temps réel conformément à l'étape S4 décrite plus haut, et les transitions d'une image à l'autre sont traitées en tenant compte de l'angle  $\theta_N$  conformément au procédé illustré en figure 12.

En pratique, l'application du procédé de l'invention peut être limitée ici aux transitions entre deux images délivrées par deux caméras différentes. En effet, les images panoramiques délivrées par la même caméra, bien que rafraîchies en permanence, conservent la même orientation.  
20 Par contre, l'application du procédé de l'invention à la transition entre deux images fournies par des caméras différentes procure un grand confort d'utilisation et permet par exemple de "suivre" sans perte d'orientation une personne traversant plusieurs champs de surveillance, en passant d'une  
25 caméra à l'autre. Le procédé selon l'invention peut également être mis en œuvre lorsque les images délivrées par les caméras sont affichées simultanément sur un ou sur plusieurs écrans, par exemple pour orienter simultanément et dans la même direction tous les secteurs d'images.

35 Dans un tel système de vidéosurveillance, les objectifs panoramiques des caméras peuvent également être équipés d'une pièce d'étalonnage de couleurs, et l'étape de correction de teinte S5 décrite plus haut peut être appliquée aux images

panoramiques issues des images vidéo délivrées par les  
caméras.

## ANNEXE

(Faisant partie intégrante de la description)

## Algorithme 1 :

```

5  Définitions :
    fonction "couleur( $\varphi$ ,  $\theta$ )" =  $f(R,V,B)$  au point ( $\varphi$ ,  $\theta$ )
     $\varepsilon$  = constante > 0 (incrément de balayage)
    continuer=VRAI
10  seuil S1 = constante > 0 (S1 : seuil de détection d'une
    variation de couleur)
     $\theta_0$  = constante ( $\theta_0$  définit le méridien M1 de recherche)
     $\theta = \theta_0$  (la recherche va s'effectuer sur le méridien M1)
    Cref1 = couleur( $-\pi/2$ ,  $\theta_0$ ) (Cref1 est la couleur de référence
15  au pôle sud de l'image (ici du noir), sur le méridien M1)
     $\varphi = -\pi/2$ 
    (recherche de  $\varphi_1$  pour  $\varphi$  allant de  $-\pi/2$  à 0 :)
    Tant que continuer=VRAI faire
    c = couleur( $\varphi$ ,  $\theta_0$ )
20  Si différence entre c et Cref1 > S1
    Alors  $\varphi_1 = \varphi$  et continuer=FAUX
    Sinon  $\varphi = \varphi + \varepsilon$ 
    Fin si
    Si  $\varphi > 0$  (balayage de  $\varphi = -\pi/2$  à 0 terminé,  $\varphi_1$  non trouvé)
25  Alors aller à <résultat 1>
    Fin si
    Fin Tant que
    (recherche de  $\varphi_2$  pour  $\varphi$  allant de  $\varphi_1$  à 0 :)
    Cref2 = couleur( $\varphi_1$ ,  $\theta_0$ ) (couleur de référence du cadran en  $\varphi_1$ 
30  (ici du jaune))
    continuer=VRAI
    Tant que continuer=VRAI faire
    c = couleur( $\varphi$ ,  $\theta_0$ )
    Si différence entre c et  $\varphi_2$  > S1
35  Alors  $\varphi_2 = \varphi$  et continuer=FAUX
    Sinon  $\varphi = \varphi + \varepsilon$ 
    Fin si
    Si  $\varphi > 0$ 

```

```

Alors aller à <résultat 1>
Fin si
Fin tant que
Aller à <résultat 2>
5 <résultat 1>
  "Cadran boussole non trouvé"
  Aller à <fin>
  <résultat 2>
  Mémorisation de  $\phi_1$  et  $\phi_2$ 
10 <fin>

```

\*\*\*

#### Algorithme 2 :

```

15 Définitions :
  Fonction "couleur( $\phi$ ,  $\theta$ )" =  $f(R, V, B)$  au point ( $\phi$ ,  $\theta$ )
   $\varepsilon$  = constante > 0
  "couleur languette" = constante
20 seuil S3 = constante > 0 (seuil détection languette ou
  aiguille)
  seuil S4 = constante > 0 (seuil détection languette)
   $\theta_1$  =  $-\pi$  (angle initial de choix de la couleur de référence
  Cref)
25  $\theta$  =  $-\pi$  (angle initial de recherche languette ou aiguille)
   $\phi_{12}$  =  $(\phi_1 + \phi_2)/2$  (parallèle P12 de recherche languette ou
  aiguille)
  <boucle 1> (recherche pour  $\theta$  allant de  $-\pi$  à  $+\pi$ )
  Cref = couleur( $\phi_{12}$ ,  $\theta_1$ ) (couleur de référence à  $\theta_1$ )
30 c = couleur( $\phi_{12}$ ,  $\theta$ ) (couleur testée)
  si différence entre c et Cref > S3
  alors aller à <détermination> (quelque chose a été trouvé)
  sinon  $\theta = \theta + \varepsilon$ 
  si  $\theta > \pi$ 
35 aller à <autre tentative>
  sinon retour à <boucle 1>
  <détermination> (détermination languette ou aiguille
  boussole)

```

$\theta_N = \theta$  (angle  $\theta_N$  du repère d'orientation trouvé)  
 si différence entre couleur( $\phi_{12}$ ,  $\theta_N$ ) et "couleur languette" <  
 S4  
 alors aller à <résultat 2>  
 5 sinon aller à <résultat 3>  
 <autre tentative>  
 $\theta_1 = \theta_1 + \varepsilon$  (autre choix de couleur de référence)  
 si  $\theta_1 > \pi$  aller à <résultat 1>  
 sinon  $\theta = -\pi$  et aller à <boucle 1>  
 10 <résultat 1>  
 "aucun repère d'orientation trouvé, image non orientée"  
 <résultat 2>  
 "languette trouvée"  
 <résultat 3>  
 15 "aiguille boussole trouvée "  
 mémorisation de  $\theta_N$   
 <fin>

\*\*\*

20

### Algorithme 3 :

Définitions :  
 $R(D(\phi, \theta))$  = composante rouge du point image  $D(\phi, \theta)$   
 25  $V(D(\phi, \theta))$  = composante verte du point image  $D(\phi, \theta)$   
 $B(D(\phi, \theta))$  = composante bleue du point image  $D(\phi, \theta)$   
 Seuil S5 = constante > 0 (seuil détection du rouge, du vert  
 ou du bleu)  
 $\phi = \phi_{23} = (\phi_2 + \phi_3)/2$  (lecture de la zone d'étalonnage selon  
 30 le parallèle P23)  
 $\varepsilon$  = constante > 0 (incrément de lecture en latitude  $\theta$ )  
 $I_{ref} = 127$  (intensité de référence des couleurs primaires sur  
 la pièce d'étalonnage)  
 <début >  
 35 APPEL FONCTION « TRAITEMENT DEMI-SPHERE », avec :  
 début =  $-\pi/2$   
 fin =  $\pi/2$   
 APPEL FONCTION « TRAITEMENT DEMI-SPHERE », avec :



```

début =  $\pi/2$ 
fin =  $3\pi/2$ 
< fin >
FONCTION « TRAITEMENT DEMI-SPHERE » (paramètres = début, fin)
5   $\theta$  = début (angle initial de balayage de la zone d'étalonnage)
   r = 0, v = 0, b = 0 ("r", "v" et "b" valeurs moyennes du
   rouge, du vert et du bleu sur la zone d'étalonnage)
   NR = 0, NV = 0, NB = 0 (NR, NV, NB : paramètres de calcul des
   valeurs moyennes r, v, b)
10  <lecture de la zone d'étalonnage>
   Si R(D( $\varphi$ ,  $\theta$ )) > S5
   aller à <addition des points rouge>
   Si V(D( $\varphi$ ,  $\theta$ )) > S5
   aller à <addition des points verts>
15  Si B(D( $\varphi$ ,  $\theta$ )) > S5
   aller à <addition des points bleus>
   <addition des points rouges>
   r = r + R(D( $\varphi$ ,  $\theta$ ))
   NR = NR + 1
20  aller à <incrémenter>
   <addition des points verts>
   v = v + V(D( $\varphi$ ,  $\theta$ ))
   NV = NV + 1
   aller à <incrémenter>
25  <addition des points bleus>
   b = b + B(D( $\varphi$ ,  $\theta$ ))
   NB = NB + 1
   aller à <incrémenter>
   <incrémenter>
30   $\theta$  =  $\theta$  +  $\varepsilon$ 
   si  $\theta$  > fin
   aller à <calcul de l'intensité moyenne>
   sinon aller à <lecture de la zone d'étalonnage>
   <calcul de l'intensité moyenne>
35  (calcul de l'intensité moyenne r, v, b de chaque couleur
   primaire)
   r = r/NR
   v = v/NV

```

```
b = b/NB
aller à <calcul du gamma>
<calcul du gamma>
  (calcul du gamma  $\gamma_r$ ,  $\gamma_v$ ,  $\gamma_b$  de chaque couleur primaire)
5   $\gamma_r = [\log(r/255)/[\log(I_{ref}/255)]]$ 
    $\gamma_v = [\log(v/255)/[\log(I_{ref}/255)]]$ 
    $\gamma_b = [\log(b/255)/[\log(I_{ref}/255)]]$ 
   aller à <correction de la teinte>
   <correction de la teinte>
10  (correction de gamma sur tout le secteur d'image)
   pour  $\theta$  allant de début à fin
   pour  $\gamma$  allant de  $-\pi/2$  à  $+\pi/2$ 
   faire :
    $R(D(\varphi, \theta)) = 255[R(D(\varphi, \theta))/255]^{\gamma_r}$ 
15   $V(D(\varphi, \theta)) = 255[V(D(\varphi, \theta))/255]^{\gamma_v}$ 
    $B(D(\varphi, \theta)) = 255[B(D(\varphi, \theta))/255]^{\gamma_b}$ 
   <FIN FONCTION>
```

REVENDEICATIONS

1. Dispositif support (20, 21) pour appareil photographique, comprenant des moyens de fixation d'un appareil photographique (10) et des moyens (3A, 3B) de rotation autour d'un axe, caractérisé en ce qu'il comprend un  
5 moyen d'orientation (40, 50) agencé de manière à apparaître dans une prise de vue lorsqu'un appareil photographique équipé d'un objectif panoramique (15) est fixé sur le dispositif support.
- 10 2. Dispositif support selon la revendication 1, comprenant une boussole présentant un cadran (46) de forme ronde agencé de façon concentrique à l'axe de rotation (3B) du dispositif support.
- 15 3. Dispositif support selon l'une des revendications 1 et 2, comprenant une boussole comportant un cadran présentant une couleur artificielle destinée à être distinguée des couleurs naturelles d'une prise de vue au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement de la  
20 boussole.
4. Dispositif support selon la revendication 3, dans lequel la boussole comprend un repère d'orientation (44) présentant une couleur déterminée offrant un contraste élevé  
25 relativement à la couleur du cadran, afin d'être distingué du cadran au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement du repère d'orientation.
5. Dispositif support selon la revendication 4, dans lequel le repère d'orientation est une aiguille (44)  
30 comprenant sur une première moitié nord ou sud une couleur présentant un contraste élevé relativement à la couleur du cadran et sur une seconde moitié sud ou nord une couleur sensiblement identique à la couleur du cadran.

6. Dispositif support selon l'une des revendications 4 et 5, dans lequel la boussole (40) présente une partie centrale de couleur sombre (45), de telle sorte que le cadran (46) de la boussole forme un anneau coloré dont la forme  
5 facilite la détection du cadran au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement du cadran.

7. Dispositif support selon d'une des revendications 1  
10 à 6, comprenant un moyen (50) de repérage d'une orientation arbitraire dont la position peut être réglée manuellement, et des moyens (41, 51, 52) de fixation du moyen de repérage agencés de manière que le moyen de repérage puisse être agencé dans une position visible où il apparaît dans une  
15 prise de vue lorsqu'un objectif panoramique (15) est associé à l'appareil photographique.

8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel le moyen de repérage est une languette (50) qui s'étend au-  
20 dessus d'un cadran (46) de boussole (40) et présente une couleur offrant un contraste élevé relativement à la couleur du cadran afin de faciliter la détection de la languette (50) au cours d'une analyse d'image par ordinateur visant à trouver l'emplacement du moyen de repérage.

25

9. Dispositif support selon l'une des revendications 7 et 8, dans lequel le moyen de repérage (50) est monté rotatif autour d'un axe (41) coaxial à l'axe de rotation (3B) du dispositif support.

30

10. Dispositif support selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend une pièce d'étalonnage de couleurs (60) comprenant au moins trois couleurs primaires, et des moyens (40, 41) de fixation de la pièce  
35 d'étalonnage de couleurs agencés de manière que la pièce d'étalonnage de couleurs apparaisse dans une prise de vue lorsqu'un appareil photographique équipé d'un objectif panoramique est agencé sur le dispositif support.

11. Dispositif support selon la revendication 10, dans lequel la pièce d'étalonnage de couleurs (60) est circulaire et concentrique à l'axe de rotation du dispositif (3B).

5

12. Dispositif support selon l'une des revendications 1 à 11, comprenant des moyens de fixation d'un appareil photographique (10) équipé ou pouvant être équipé d'un premier objectif (11), et des moyens de fixation d'un  
10 objectif adaptateur (15), notamment un objectif adaptateur panoramique, agencés pour maintenir l'objectif adaptateur dans l'alignement du premier objectif sans qu'il soit nécessaire de fixer l'objectif adaptateur à l'appareil photographique.

15

13. Dispositif support selon la revendication 12, dans lequel les moyens de fixation de l'objectif adaptateur comprennent une pièce mobile (27) et des moyens (30A, 30B, 30C) de fixation de l'objectif adaptateur à la pièce mobile,  
20 la pièce mobile (27) étant montée coulissante et poussée par un moyen élastique (27A, 27B) dans une direction correspondant à l'emplacement de la lentille frontale du premier objectif.

25 14. Dispositif support selon l'une des revendications 12 et 13, comprenant un guide optique (36) pour amener une lumière frontale jusqu'à une cellule photosensible (13) de l'appareil photographique.

30 15. Dispositif support selon l'une des revendications 11 à 14 dans lequel les moyens de fixation de l'objectif adaptateur sont agencés pour maintenir l'objectif adaptateur dans une position telle que l'axe de rotation (3B) du dispositif support se trouve sensiblement dans le plan nodal  
35 de la lentille frontale (16) de l'objectif adaptateur.

16. Procédé d'orientation d'une image panoramique numérique (PI1) obtenue en transférant dans un système de coordonnées à trois dimensions (Oxyz) les points image d'au moins une image initiale (65, I1, I2, I3,...In), caractérisé en ce qu'il comprend :

- une étape d'insertion d'un repère d'orientation (44, 50) sur l'image initiale (65, I1-In) au moment de la prise de vue, et
- une étape de détection de l'emplacement (461) du repère d'orientation (44, 50) dans l'image panoramique numérique (PI1), faite au moyen d'un algorithme d'analyse d'image.

17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel l'inscription d'un repère d'orientation sur l'image initiale comprend le fait d'agencer une boussole (40, 40.1-40.n) dans le champ de prise de vue d'un objectif panoramique (15, PL1-PLn), de manière que la boussole apparaisse sur l'image initiale.

18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel l'étape de détection de l'emplacement (461) du repère d'orientation (44) dans l'image panoramique numérique (PI1) comprend une étape de recherche de l'emplacement (460) du cadran (46) de la boussole.

19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel l'étape de détection du repère d'orientation dans l'image panoramique numérique comprend une étape de recherche de l'emplacement (461) d'une aiguille (44) dans une zone de cadran (460).

20. Procédé selon l'une des revendications 18 et 19, dans lequel :

- les points image de l'image initiale sont transférés dans un système de coordonnées sphériques pour former une image panoramique sphérique,
- le cadran de la boussole occupe un secteur de sphère (460) dans l'image panoramique sphérique, et

- l'étape de recherche de l'emplacement du cadran dans l'image panoramique sphérique comprend un balayage angulaire de la sphère en suivant une ligne (M1) oblique ou perpendiculaire au secteur de sphère.

5

21. Procédé selon l'une des revendications 16 à 20, dans lequel l'inscription d'un repère d'orientation sur l'image initiale comprend le fait de disposer une languette colorée (50) dans le champ de prise de vue d'un objectif panoramique, de manière que la languette apparaisse sur l'image initiale.

22. Procédé selon la revendication 21, dans lequel la languette est agencée au-dessus d'une zone de couleur artificielle (46) destinée à être distingué des couleurs naturelles d'une prise de vue, l'étape de recherche du repère d'orientation dans l'image comprenant une étape de recherche de l'emplacement de la zone de couleur artificielle et une étape de détection d'une couleur de languette dans la zone de couleur artificielle.

23. Procédé selon la revendication 22, dans lequel :

- la zone de couleur artificielle sur laquelle est agencée la languette est le cadran (46) d'une boussole, et
- l'étape de recherche du repère d'orientation dans l'image comprend une étape de recherche de la languette dans la zone colorée du cadran et, si la languette n'est pas trouvée, une étape de recherche d'une aiguille de la boussole.

24. Procédé selon l'une des revendications 16 à 23, dans lequel l'image initiale est une photographie (65).

25. Procédé selon l'une des revendications 16 à 23, dans lequel l'image initiale (I1, I2, I3,...In) est délivrée par une caméra vidéo (VC1, VC2, VC3,...VCn).

26. Procédé d'affichage interactif sur un écran d'une image panoramique numérique (PI1) obtenue en transférant dans

un système de coordonnées à trois dimensions (Oxyz) les points image d'au moins une image initiale ( $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ ), comprenant les opérations consistant à afficher sur l'écran un secteur d'image initial et à faire glisser le  
5 secteur d'image affiché en fonction d'un signal d'interactivité, procédé caractérisé en ce qu'il comprend une étape préliminaire (S4) d'orientation de l'image panoramique réalisée conformément au procédé selon l'une des revendications 16 à 23, et en ce que le secteur d'image  
10 initial affiché sur l'écran est déterminé en référence ( $\theta_N$ ) au repère d'orientation détecté.

27. Procédé selon la revendication 26, dans lequel le secteur d'image initial affiché sur l'écran est un secteur de  
15 l'image panoramique comprenant un ensemble de points dont les coordonnées dans le système de coordonnées à trois dimensions présentent un angle compris entre une limite inférieure et une limite supérieure relativement à un angle de référence ( $\theta_{ref}$ ) fonction du repère d'orientation détecté.

20 28. Procédé selon la revendication 27, dans lequel le secteur d'image initial affiché sur l'écran est déterminé de manière qu'au moins un point image ( $P_i$ ) du secteur d'image initial présente relativement au repère d'orientation un  
25 angle égal à un angle de référence ( $\theta_{ref}$ ) déterminé en fonction du repère d'orientation détecté.

29. Procédé selon la revendication 28, dans lequel le point image ( $P_i$ ) présentant relativement au repère  
30 d'orientation un angle égal à un angle de référence ( $\theta_{ref}$ ) est affiché au centre de l'écran.

30. Procédé selon l'une des revendications 27 à 29, dans lequel l'angle de référence ( $\theta_{ref}$ ) est déterminé au  
35 cours d'une étape (170) d'affichage d'une image panoramique précédente, lorsqu'un utilisateur active dans l'image panoramique précédente une zone de sélection d'une image panoramique suivante, en calculant l'angle ( $\theta_{pi} + \theta_N$ ) que

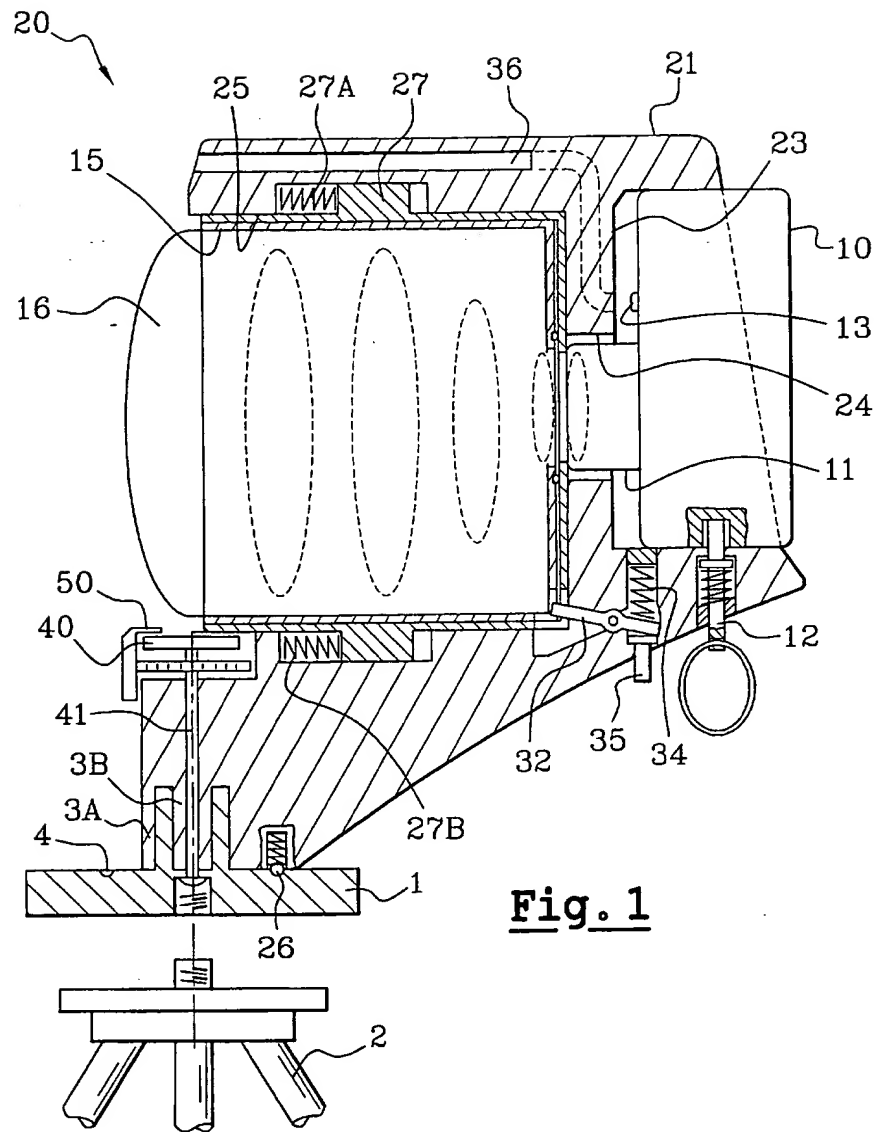


présente la zone de sélection relativement au repère d'orientation.

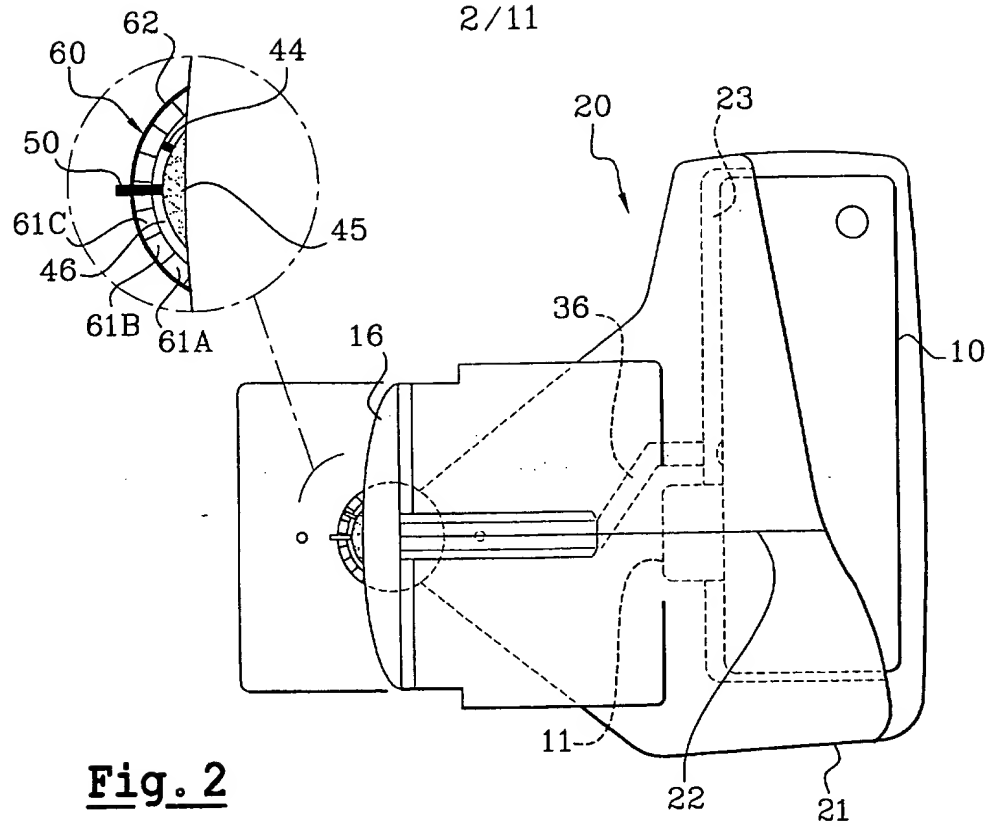
31. Procédé selon la revendication 30, dans lequel  
5 l'angle de référence ( $\theta_{ref}$ ) est choisi égal à l'angle que présente la zone de sélection relativement au repère d'orientation.

32. Procédé selon l'une des revendications 26 à 31,  
10 dans lequel l'image initiale est une photographie (65).

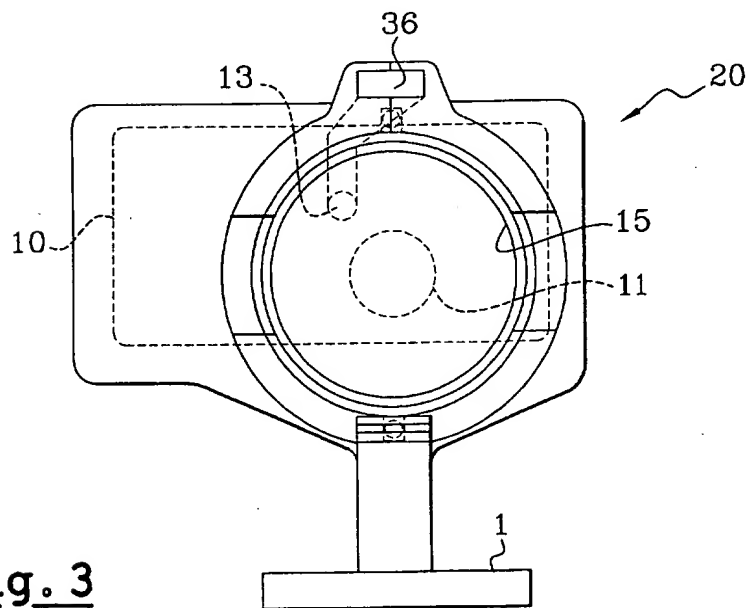
33. Procédé selon l'une des revendications 26 à 31, dans lequel l'image initiale ( $I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$ ) est délivrée par une caméra vidéo ( $VC_1, VC_2, VC_3, \dots, VC_n$ ).



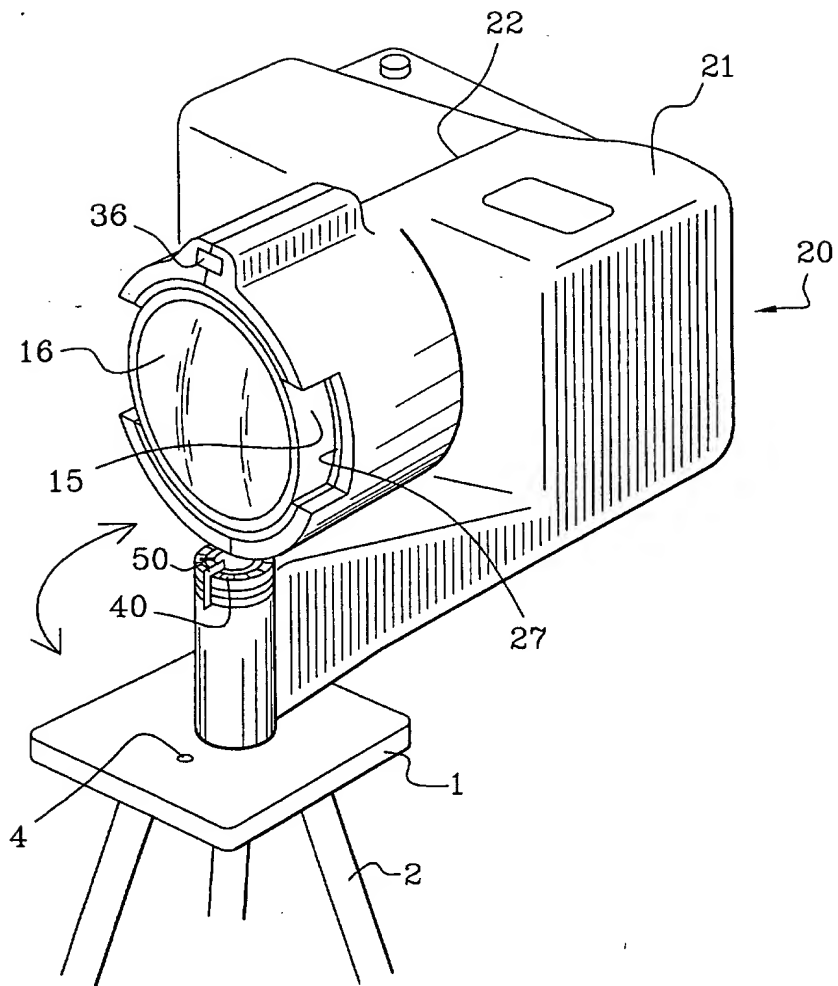
2/11

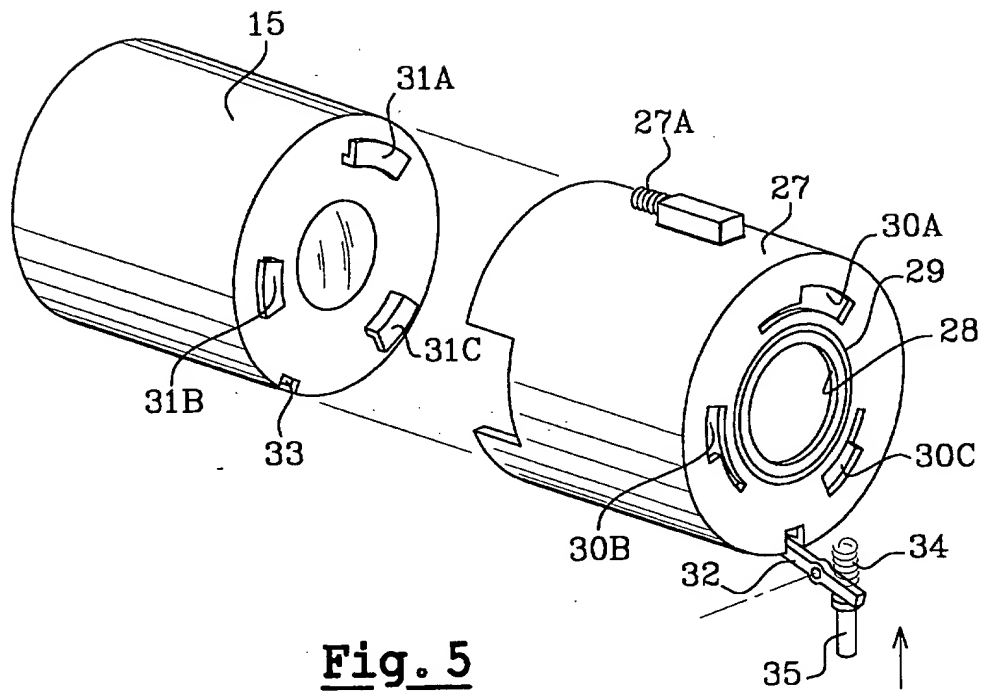
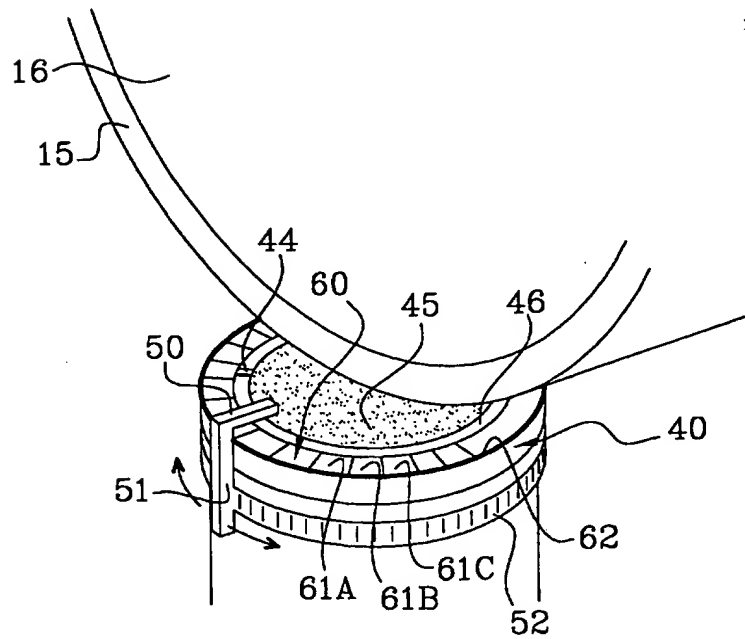


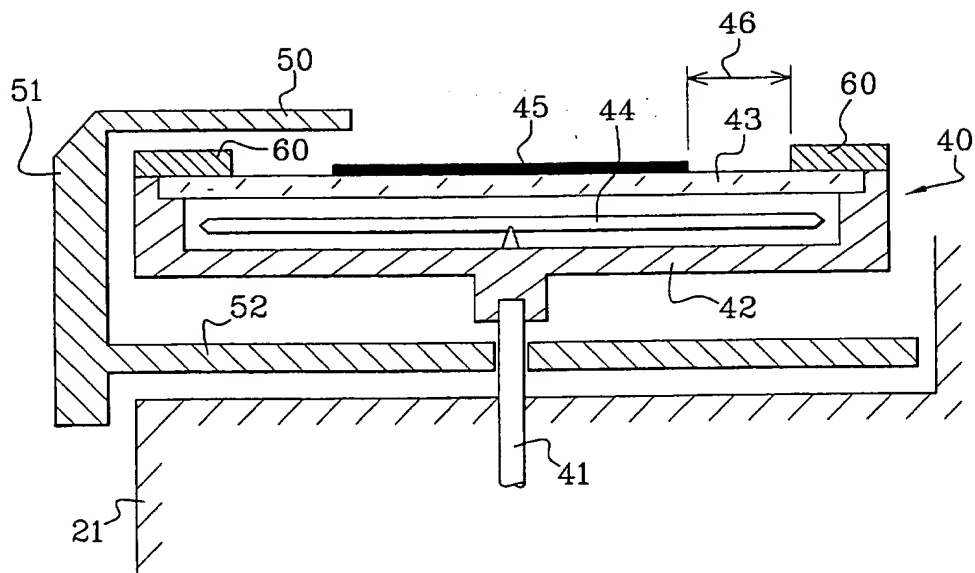
**Fig. 2**



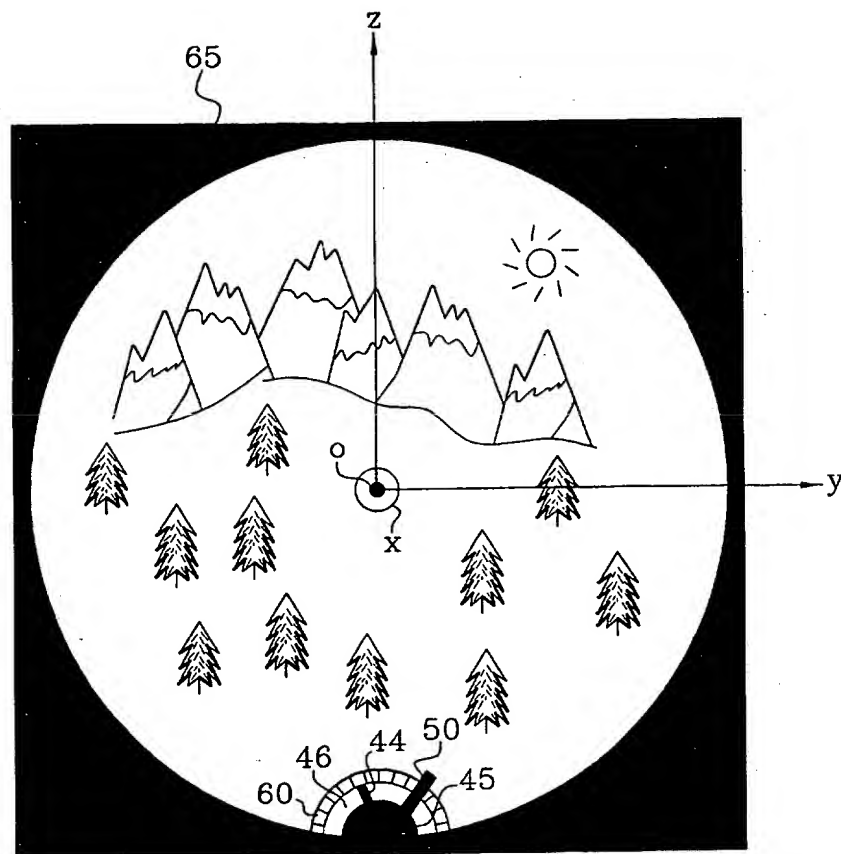
**Fig. 3**

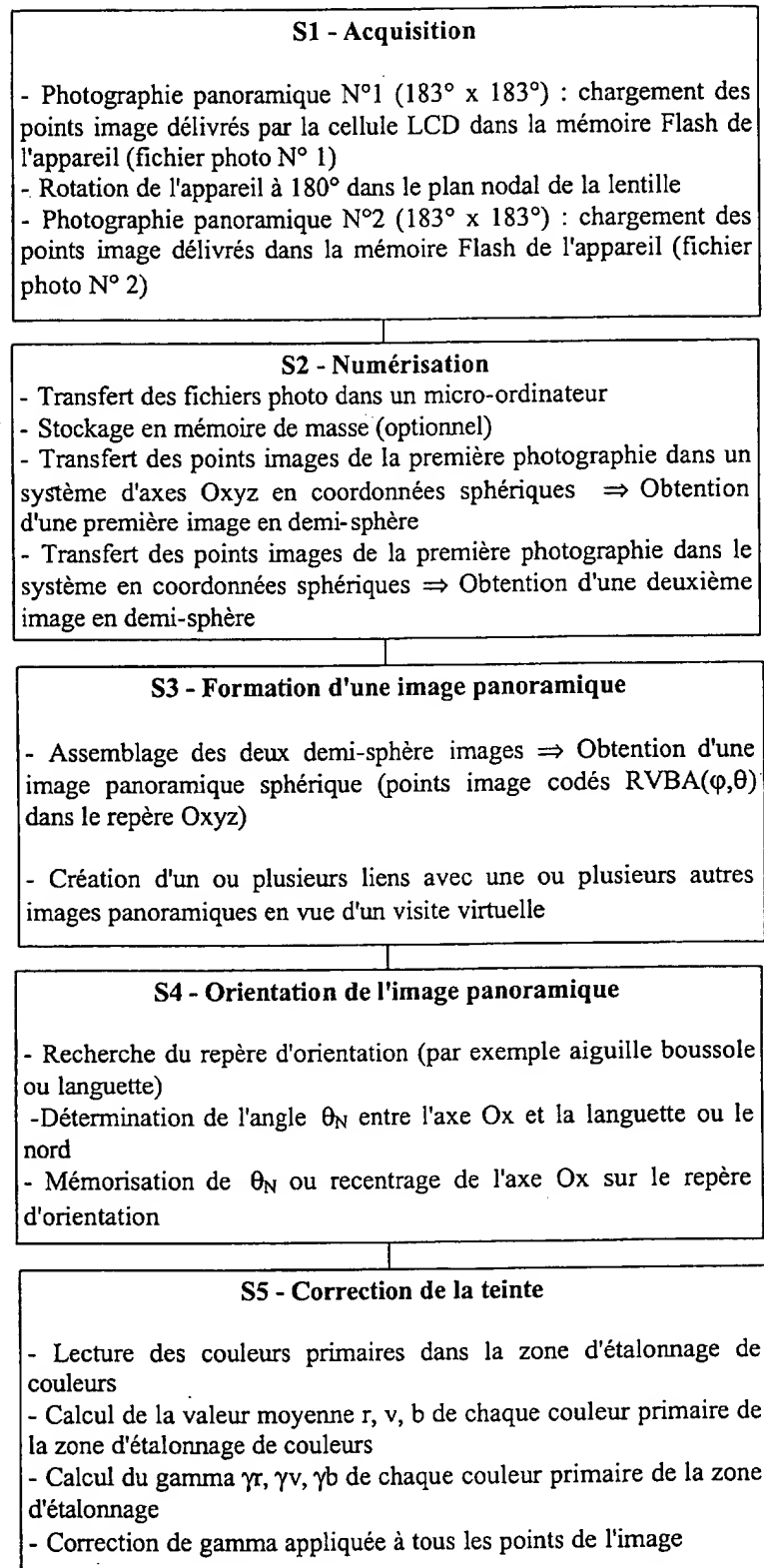
**Fig. 4**

**Fig. 5****Fig. 6**

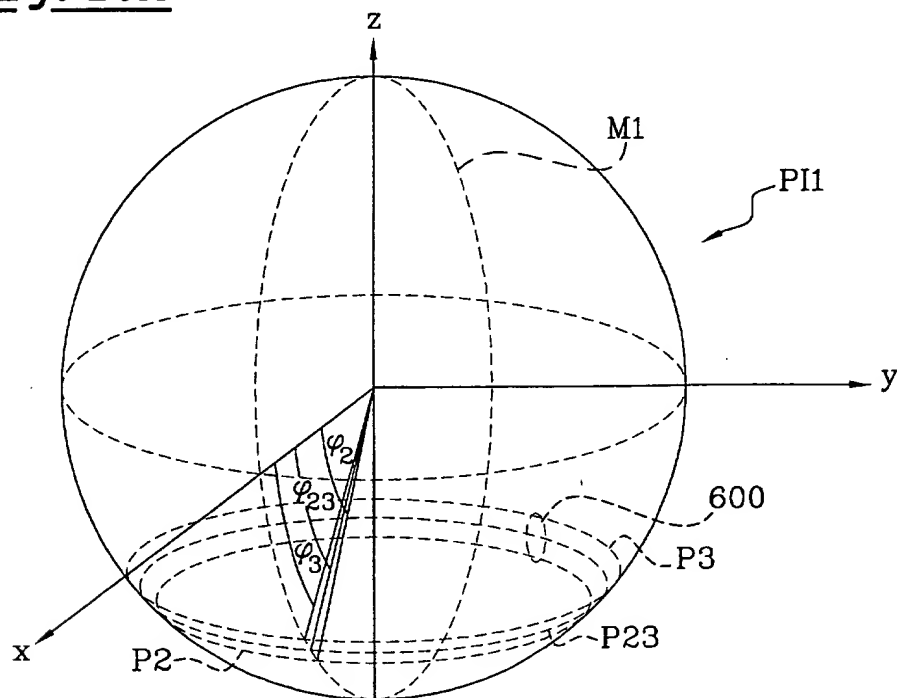
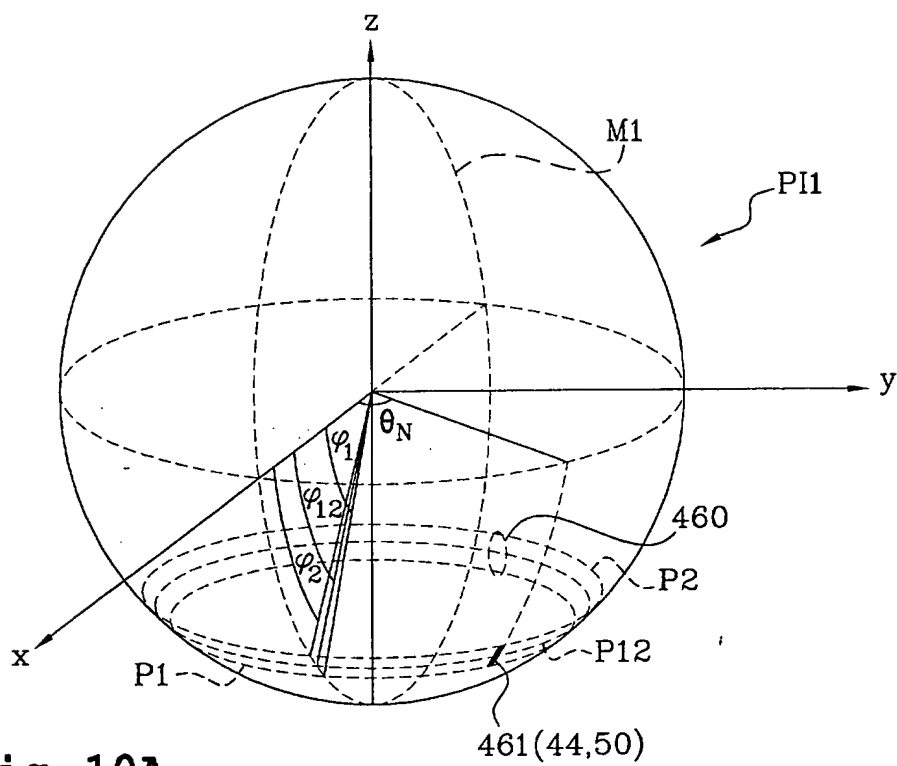
**Fig. 7**

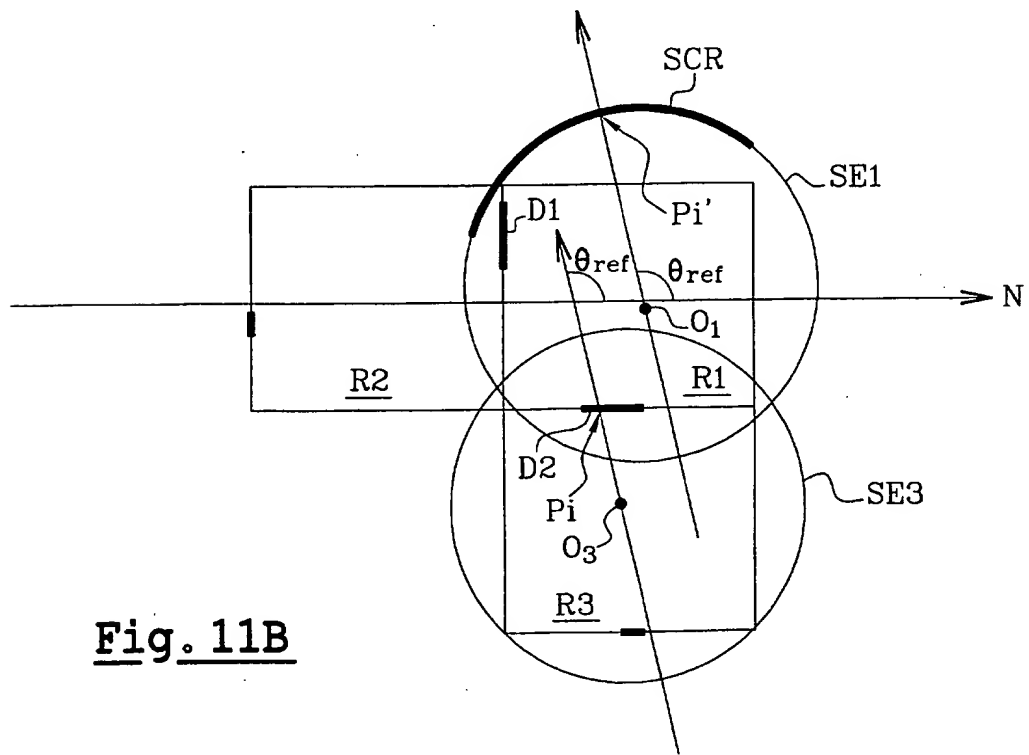
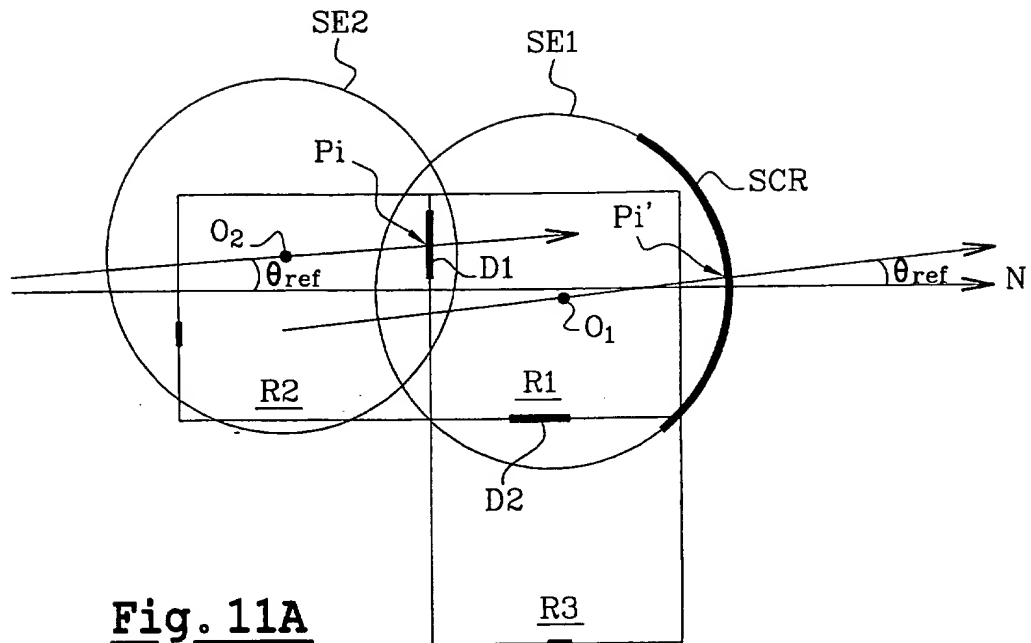
6/11

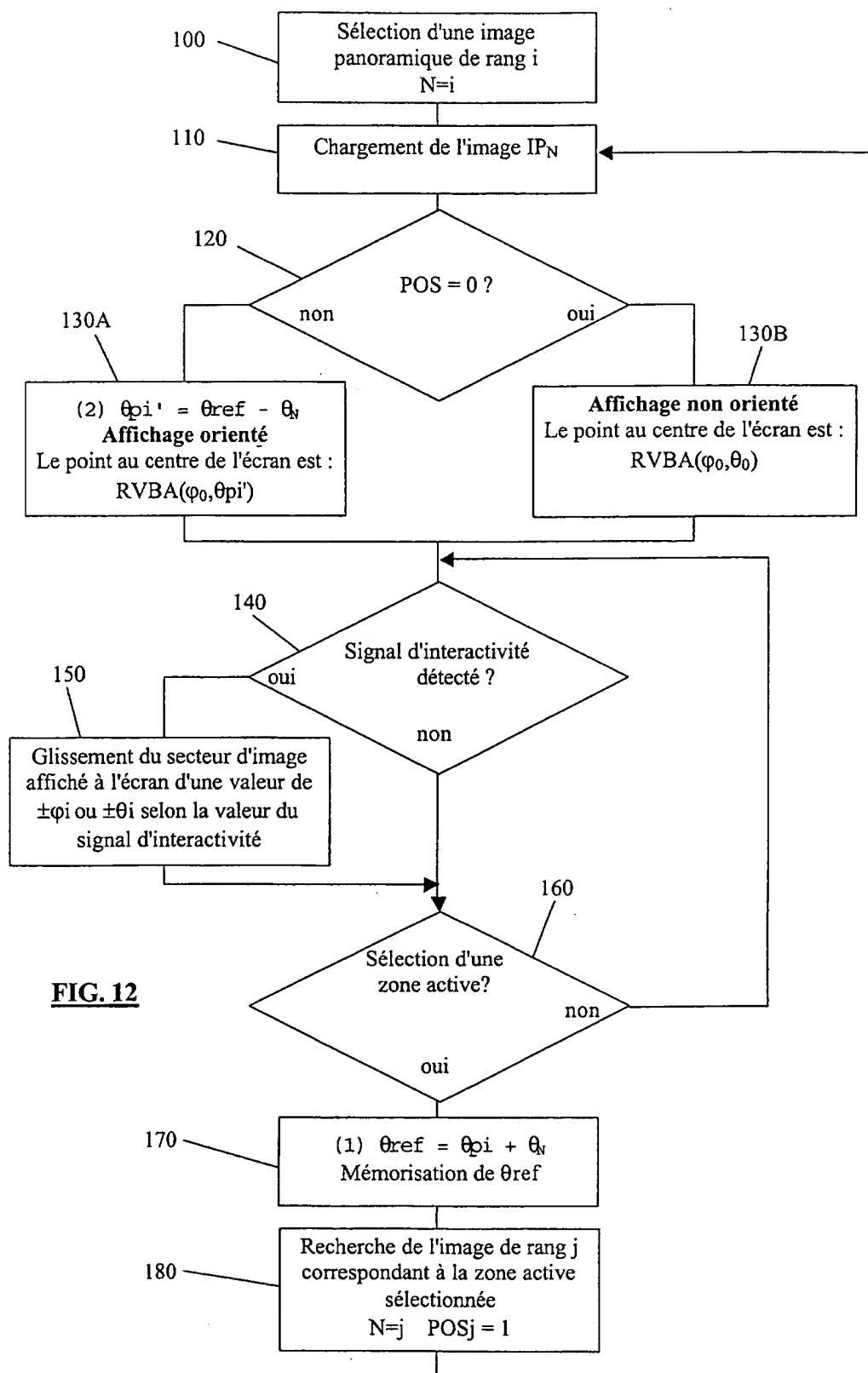
Fig. 8

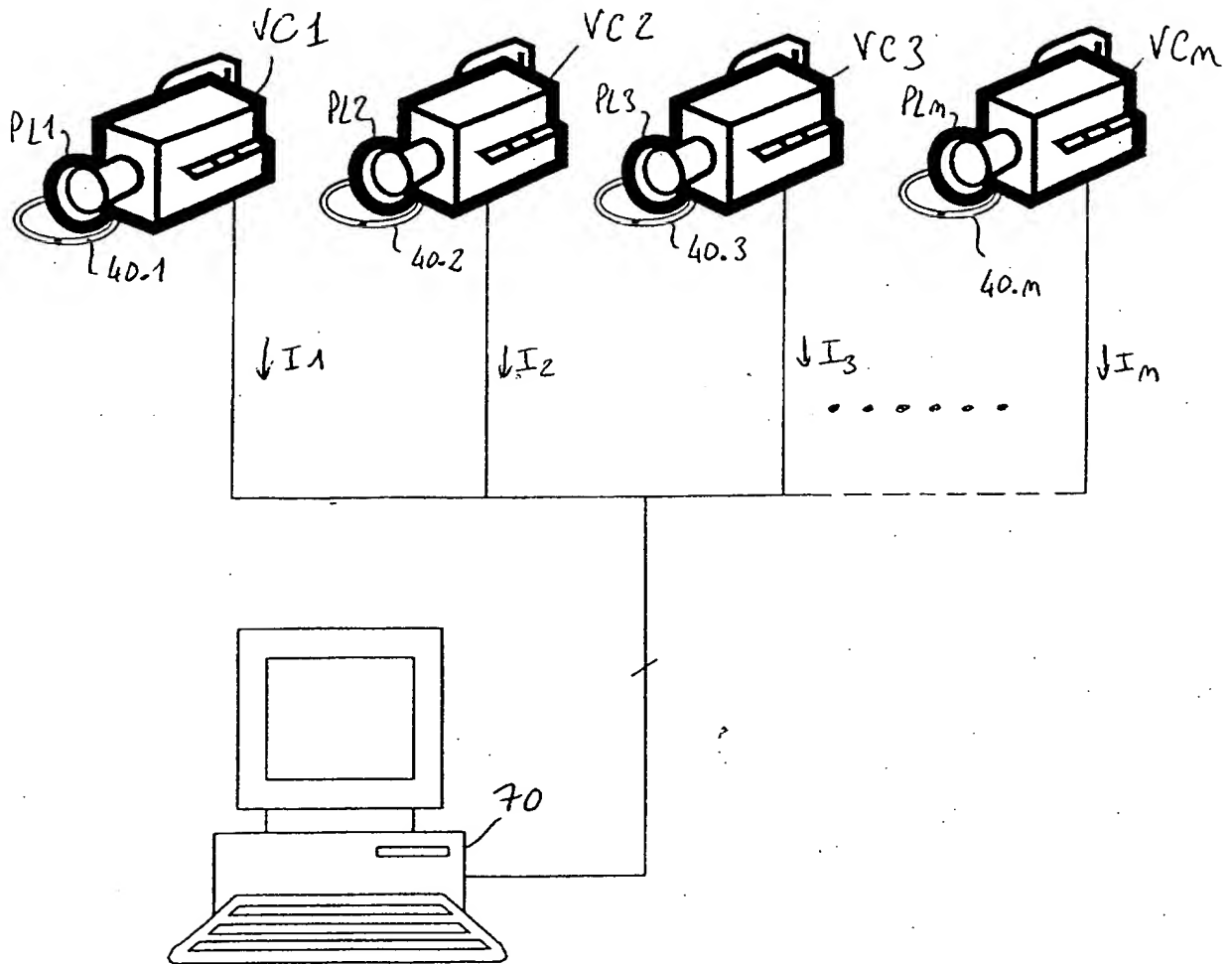
**FIG. 9**









**FIG. 13**



2821172

# RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 602733  
FR 0102147

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 5 270 545 A (PHILLIPS EARLE N ET AL) 14 décembre 1993 (1993-12-14) * colonne 4, ligne 1 - ligne 22 * * colonne 4, ligne 63 - colonne 5, ligne 24 * * figures 1,2 * ---	1	G03B21/54 G06T7/00 G02B13/06 G02B26/10 G02B6/00 G06F19/00 G09F9/00
A	WO 98 27457 A (KITZMILLER SEAN M ;KUBAN DANIEL P (US); OMNIVIEW INC (US)) 25 juin 1998 (1998-06-25) * page 6, ligne 19 - page 7, ligne 22 * * figure 1-* ---	1	
A	SU 1 075 220 A (VANDER MIKHAIL B) 23 février 1984 (1984-02-23) * abrégé *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 266 (E-352), 23 octobre 1985 (1985-10-23) & JP 60 111578 A (NIPPON DENKI KK), 18 juin 1985 (1985-06-18) * abrégé *	1	
A	US 5 563 650 A (POELSTRA THEO J) 8 octobre 1996 (1996-10-08) * colonne 3, ligne 16 - colonne 4, ligne 24 * * revendications 9,11 * -----	16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H04N G03B F16M
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 octobre 2001		Didierlaurent, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0102147 FA 602733**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier Informatique de l'Office européen des brevets à la date du 02-10-2001  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 5270545	A	14-12-1993	AUCUN		
WO 9827457	A	25-06-1998	AU WO	5707398 A 9827457 A1	15-07-1998 25-06-1998
SU 1075220	A	23-02-1984	SU	1075220 A1	23-02-1984
JP 60111578	A	18-06-1985	AUCUN		
US 5563650	A	08-10-1996	NL NL AU AU EP JP CA WO	9202046 A 9202047 A 673571 B2 5627794 A 0623268 A1 7504285 T 2128704 A1 9413100 A2	16-06-1994 16-06-1994 14-11-1996 22-06-1994 09-11-1994 11-05-1995 09-06-1994 09-06-1994

EPO FORM P0465